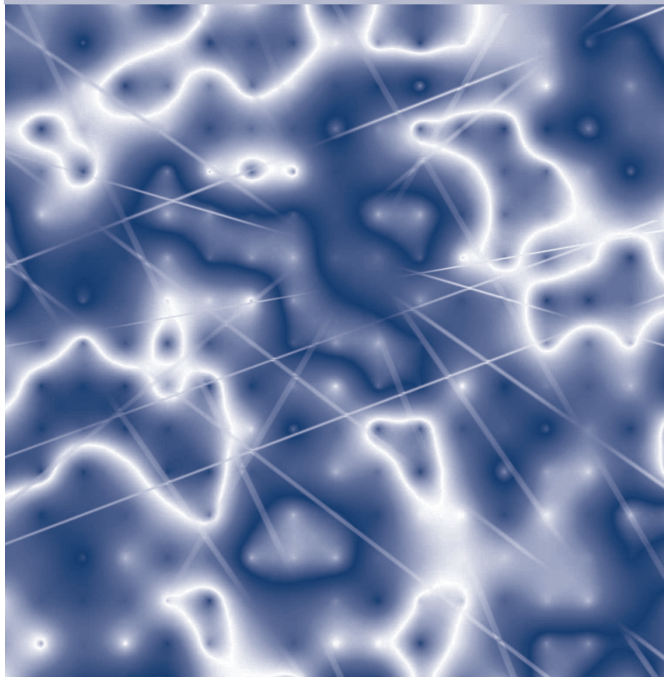


forum du désarmement

trois • 2008



Rédactrice en chef
Kerstin Vignard

Éditrice (français)
Valérie Compagnion

Éditrice (anglais)
Jane Linekar

LES ARMES À L'URANIUM



INSTITUT DES NATIONS UNIES POUR LA RECHERCHE SUR LE DÉSARMEMENT

UNIDIR

Palais des Nations
CH-1211, Genève 10, Suisse
Tél. : +41 (0)22 917 31 86
Fax : +41 (0)22 917 01 76
E-mail : disarmamentforum@unog.ch
www.unidir.org

© Nations Unies

Déni de responsabilité

*Les articles publiés dans le Forum du désarmement n'engagent que leurs auteurs.
Ils ne reflètent pas nécessairement les vues ou les opinions de l'Organisation des Nations Unies,
de l'UNIDIR, de son personnel ou des États ou institutions qui apportent leur concours à l'Institut.
Les noms et désignations de pays, territoires, villes ou zones employés dans le Forum du désarmement n'impliquent
ni reconnaissance ni acceptation officielles de la part de l'Organisation des Nations Unies.*

TABLE DES MATIÈRES

Note de la rédactrice en chef

| | |
|------------------------------|---|
| <i>Kerstin VIGNARD</i> | 1 |
|------------------------------|---|

Les armes à l'uranium

| | |
|---|---|
| Les risques de l'uranium appauvri pour la santé <i>Ian FAIRLIE</i> | 3 |
|---|---|

| | |
|---|----|
| Les armes à l'uranium appauvri : le nouvel objectif du désarmement ? <i>Avril MCDONALD</i> | 17 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Pourquoi toute cette agitation autour des armes à l'uranium ? <i>Chris BUSBY</i> | 27 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Identifier les armes à l'uranium de troisième génération <i>Dai WILLIAMS</i> | 37 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Les risques de contamination à l'uranium appauvri après un conflit : les évaluations du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) <i>Mario BURGER</i> | 49 |
|---|----|

| | |
|------------------------------------|----|
| Actualité de l'UNIDIR | 59 |
|------------------------------------|----|

NOTE DE LA RÉDACTRICE EN CHEF

Ce numéro du *Forum du désarmement* étudie la question brûlante des armes à l'uranium. Les appels pour un moratoire sur l'utilisation des armes à l'uranium et les affirmations de sources nationales et internationales soutenant que ces armes sont sûres et ont une utilité militaire entretiennent l'incertitude et la confusion parmi les décideurs et le grand public sur les points scientifiques et juridiques qui font débat. Que sont exactement ces armes ? À quoi servent-elles ? Quels régimes juridiques s'appliquent à leur utilisation ? Quels sont les effets connus et soupçonnés de ces armes sur la santé et l'environnement ? Quelles recherches doivent être effectuées pour avoir une idée plus précise de ces questions ?

Dans le prochain numéro du *Forum du désarmement*, nous nous intéresserons au problème des armes légères en Afrique de l'Ouest. Les auteurs évoqueront la prolifération et les transferts d'armes ; ils analyseront certaines actions menées dans la région pour lutter contre ce fléau comme des initiatives gouvernementales ou des projets de la société civile qu'il s'agisse de solutions techniques, juridiques ou d'éducation pour la paix. Quels sont les résultats de ces programmes ? Quelles leçons en tirer ? Quelles sont les chances de parvenir à une amélioration réelle et durable de la sécurité en Afrique de l'Ouest par le contrôle des armes légères ?

Le 16 juin dernier, lors d'une rencontre sur « La sécurité des communautés et l'effectivité opérationnelle », l'UNIDIR a réuni des universitaires, des experts politiques et des professionnels du terrain ainsi que des représentants de plus de 35 gouvernements. Se fondant sur leurs expériences au Népal, au Ghana et ailleurs dans l'Afrique subsaharienne, les participants ont montré comment une meilleure connaissance des réalités culturelles locales et des besoins de sécurité des communautés peut améliorer la conception d'un projet et accroître l'effectivité des opérations sur le terrain. Cette conférence résulte du projet de l'UNIDIR sur le protocole pour l'évaluation des besoins de sécurité (SNAP). Le projet SNAP s'intéresse aux opérations humanitaires, de développement et de sécurité et propose d'améliorer la conception des activités de terrain concernant la sécurité des communautés. L'objectif est de concevoir un moyen d'évaluer les problèmes de sécurité locale tels qu'ils sont perçus par les membres des communautés.

À l'occasion du 40^e anniversaire de la conclusion du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP), l'UNIDIR a organisé, le 1^{er} juillet 2008, un séminaire à Genève. Il s'agissait de célébrer la raison d'être et les avancées de ce traité qui est la clef de voûte du désarmement et de la non-prolifération nucléaires. Après les observations liminaires du Directeur général de l'Office des Nations Unies à Genève et Secrétaire général de la Conférence du désarmement, Sergei Ordzhonikidze, et du Haut Représentant pour le désarmement, Sergio Duarte (par vidéo), divers orateurs ont évoqué le passé et l'avenir du TNP, l'Ambassadeur Dáithí O'Ceallaigh d'Irlande, l'Ambassadeur Valery Loshchinin de la Fédération de Russie, l'Ambassadeur John Duncan du Royaume-Uni et Garold Larson des États-Unis d'Amérique. Le séminaire s'est terminé sur les présentations de l'Ambassadeur Mohamed

Shaker, vice-président du Conseil égyptien des affaires étrangères, et de Jozef Goldblat, collaborateur scientifique de l'UNIDIR, concernant l'intérêt du TNP.

Les fichiers audio des présentations faites lors de ces rencontres sont disponibles sur le site web de l'UNIDIR <www.unidir.org>. Vous pouvez également écouter les présentations d'autres réunions : « L'éducation en matière de désarmement et de non-prolifération », « Les technologies de l'information et de la communication et la sécurité internationale » et « Le désarmement et la maîtrise des armes classiques : de nouvelles pistes ». Chaque fois que cela sera possible, les fichiers audio des rencontres de l'UNIDIR seront mis en ligne. Si vous ne pouvez assister à l'une de nos réunions, pensez à consulter notre site pour écouter les enregistrements.

L'UNIDIR a pris une part active dans la réunion biennale des États chargée d'examiner l'exécution du Programme d'action sur les armes légères (14-18 juillet 2008), au Siège de l'ONU à New York. Lors de la séance inaugurale de la réunion biennale des États, l'UNIDIR a présenté avec ses partenaires (le PNUD, le Bureau des affaires de désarmement et Small Arms Survey) le rapport préliminaire analysant les rapports nationaux soumis par les États entre 2002 et 2008 ; un résumé plus détaillé des résultats du projet fut présenté lors d'un séminaire le 17 juillet. Lors de la séance inaugurale, Kerry Maze, chercheur à l'UNIDIR, s'est exprimée sur l'intérêt d'adapter les ressources aux besoins pour améliorer la coordination et l'utilisation de l'assistance internationale sur la question des armes légères. Le jour suivant, lors d'une rencontre intitulée « Trois outils pratiques pour aider les États à appliquer le Programme d'action sur le commerce illicite des armes légères », organisée en marge de la réunion biennale, Kerry Maze a présenté un prototype du système web d'adéquation entre besoins et ressources. Christiane Agboton Johnson, directrice adjointe de l'UNIDIR, est intervenue dans le cadre du groupe « Conflits d'intérêts : les enfants et les armes à feu dans les zones d'instabilité », organisé par le Bureau des affaires de désarmement, le Bureau du Représentant spécial du Secrétaire général pour les enfants et les conflits armés et le Réseau d'action international sur les armes légères, avec la participation du musicien Emmanuel Jal, ancien enfant soldat.

Kerstin Vignard

Les risques de l'uranium appauvri pour la santé

Ian FAIRLIE

Depuis plus de deux décennies, la question des effets de l'uranium appauvri sur la santé suscite un vif débat public. Les services des armées de nombreux pays utilisent de l'uranium appauvri dans les munitions et s'en servent pour renforcer le blindage des véhicules car l'uranium est un métal très dense (environ 70% plus dense que le plomb) ce qui est utile dans un contexte militaire. L'uranium métal naturel et l'uranium métal appauvri ont, en outre, des propriétés physiques et chimiques très similaires. Les alliages d'uranium appauvri sont très durs et pyrophoriques. Ils sont donc, de par ces propriétés, supérieurs aux munitions perforantes en tungstène. Le blindage en uranium appauvri est aussi plus résistant aux munitions antichars classiques. Les munitions à l'uranium appauvri furent utilisées en grande quantité pour la première fois lors de la guerre du Golfe (1991), en Bosnie (1995) puis au Kosovo (1999). Elles sont encore utilisées en Iraq, depuis 2003, et peut-être en Afghanistan, depuis 2002. Le tableau 1 indique les quantités d'uranium appauvri utilisées au cours de guerres récentes par les forces armées des États-Unis (le pays qui utilise le plus souvent des munitions à l'uranium appauvri).

Tableau 1. Uranium appauvri utilisé par les États-Unis au cours de guerres récentes (en tonnes)

| <i>guerre du Golfe</i> | <i>guerres des Balkans</i> | <i>guerre en Iraq</i> |
|------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 286 | 11 | 75 |

Source : National Research Council, 2008, *Review of Toxicologic and Radiologic Risks to Military Personnel from Exposure to Depleted Uranium during and after Combat*, Washington, National Academies Press, tableaux 1 à 4

Au moment de l'impact, l'uranium appauvri peut être dispersé sous forme d'aérosol pouvant être inhalé ou ingéré ou d'éclats qui pénètrent dans les tissus humains. Les rapports qui signalent régulièrement les maladies touchant des combattants¹ et des civils² qui se trouvaient dans ces zones de

Ian Fairlie est consultant indépendant sur le rayonnement dans l'environnement. Il est diplômé en chimie et en radiobiologie. Il a travaillé pour plusieurs départements ministériels et organismes de réglementation du Royaume-Uni et conseille actuellement des ONG environnementales, le Parlement européen et des autorités locales. Entre 2001 et 2004, il a été membre du Secrétariat d'un comité du Gouvernement britannique, le CERRIE (Committee Examining the Radiation Risks of Internal Emitters) qui a publié son rapport en octobre 2004. L'auteur tient à remercier plusieurs personnes : Prof. D.G. Goodhead, Dr P. Day et Dr A.C. Miller pour l'aide qu'ils lui ont apporté dans la révision de cet article. L'auteur souhaite aussi remercier Dr K. Baverstock pour ses idées sur la partie portant sur les preuves observées sur des cellules humaines (études *in vitro*). Bien évidemment, l'auteur est seul responsable des erreurs qui pourraient subsister.

conflit ont conduit certains à formuler l'hypothèse que ces maladies pouvaient être liées à l'exposition à l'uranium appauvri. (Voir encadré 1 pour un exposé du syndrome de la guerre du Golfe.)

L'uranium appauvri est un déchet de l'énergie nucléaire et de la fabrication d'armes nucléaires. C'est un métal lourd radioactif qui peut être dangereux pour l'homme de quatre façons :

- en tant que métal lourd toxique ;
- en tant qu'agent génotoxique (autrement dit cancérigène et mutagène) de par ses propriétés chimiques ;
- en tant qu'agent génotoxique de par son rayonnement ;
- et en tant que perturbateur endocrinien.

Encadré 1. Le syndrome de la guerre du Golfe

De nombreux soldats et civils présents dans les zones de la guerre du Golfe ont signalé souffrir de divers symptômes, souvent réunis sous le terme collectif de syndrome de la guerre du Golfe. Il s'agit d'un trouble incapacitant complexe et progressif dont les principaux symptômes sont la fatigue, des douleurs articulaires et de l'appareil locomoteur, des maux de tête, des troubles neuropsychiatriques, la confusion, des problèmes visuels, la transformation de l'allure, la perte de mémoire, des ganglions lymphatiques enflés ou hypertrophiés, l'insuffisance respiratoire, l'impuissance et l'altération fonctionnelle et morphologique des voies urinaires.

Qu'elles qu'en soient les causes, il est certain que ces souffrances sont importantes, mesurables et réelles pour les personnes touchées. Près de 20% de l'ensemble du personnel des États-Unis déployés pendant la guerre du Golfe de 1991 recevaient en 2001 une allocation d'invalidité pour ces effets^a. Plusieurs études, résumées par Komaroff, ont constaté qu'il était statistiquement plus probable que les forces armées d'un certain nombre de pays déployées dans la région du Golfe persique fassent état de symptômes débilissants chroniques que le personnel militaire déployé dans d'autres régions^b. Eisen et al. ont calculé la fréquence de maladies chroniques signalées par les combattants de la guerre du Golfe par rapport à un groupe témoin de vétérans qui n'y avaient pas été déployés. Les vétérans déployés souffraient, beaucoup plus que le groupe témoin, de dyspepsie, de maladies de la peau (fibromyalgie) et du syndrome de fatigue chronique. Le plus frappant était la fréquence du syndrome de fatigue chronique^c.

Certains auteurs^d pensent que ces symptômes pourraient être dus, au moins en partie, à une exposition à l'uranium appauvri. Il convient toutefois de préciser que nombre des soldats et civils présentant ces symptômes n'ont été exposés qu'à de très petites quantités d'uranium appauvri ou pas du tout exposés. Il est donc peu probable que l'exposition à l'uranium appauvri puisse être la seule explication.

En outre, nombre des personnes engagées dans la guerre du Golfe ont été exposées à de nombreuses substances qui, en théorie, auraient pu produire des lésions tissulaires chroniques : solvants, insecticides, fumée et autres produits de combustion, agents de guerre chimique (inhibiteurs anticholinestérasiques irréversibles, comme le sarin), et bromure de pyridostigmine (un inhibiteur anticholinestérasique réversible pris pour empêcher les effets du sarin). Ajoutons qu'ils avaient, en outre, reçu de nombreuses immunisations simultanées ce qui, selon certains^a, pourrait expliquer une débilité chronique.

En conclusion, même si le moins que nous puissions dire est que notre compréhension de l'étiologie de ces symptômes est mauvaise, l'on peut difficilement dire que l'exposition à l'uranium appauvri joue plus qu'un rôle mineur.

^a M. Davis, 2003, « Overview of Illnesses in Gulf War Veterans », in J.M. Colwill (sous la direction de), *Gulf War and Health. Volume 2: Insecticides and Solvents*, Washington, National Academies Press, p. 533 à 561.

^b A.L. Komaroff, 2005, « Unexplained Suffering in the Aftermath of War », *Annals of Internal Medicine*, vol. 142, n° 11, p. 938 et 939.

^c S.A. Eisen et al., 2005, « Gulf War Veterans' Health: Medical Evaluation of a US Cohort », *Annals of Internal Medicine*, vol. 142, n° 11, p. 881 à 890.

^d A. Durakovic, 2003, « Undiagnosed Illnesses and Radioactive Warfare », *Croatian Medical Journal*, vol. 44, n° 5, p. 520 à 532 ; R. Bertell, 2006, « Depleted Uranium: All the Questions about DU and Gulf War Syndrome Are not yet Answered », *International Journal of Health Services*, vol. 36, n° 3, p. 503 à 520.

L'uranium appauvri a une radioactivité qui se situe environ à 75% de celle de l'uranium naturel (voir *infra*). Il a, en outre, la même toxicité chimique, le même effet perturbateur endocrinien et le même pouvoir mutagène que l'uranium naturel.

En raison de la controverse autour de l'uranium appauvri, l'uranium est aujourd'hui l'un des radionucléides les plus étudiés. Au moins neuf rapports officiels sont parus au cours des dix dernières années sur la toxicité et les effets de l'uranium et de l'uranium appauvri sur la santé³. Il y a également des analyses intéressantes passant en revue différentes études⁴. Avant la publication récente du rapport du National Research Council (NRC) des États-Unis, les deux rapports faisant autorité étaient ceux de la Royal Society du Royaume-Uni portant respectivement sur les risques chimiotoxiques et les risques de rayonnement. Ils précisaient que l'on pouvait légitimement s'inquiéter des conséquences possibles sur la santé de l'utilisation d'une matière radioactive et chimiotoxique pour la fabrication de munitions, mais concluaient que les munitions à l'uranium appauvri représentaient des risques très faibles pour les soldats⁵. Depuis la parution des rapports de la Royal Society, des études radiobiologiques ont mis en évidence de nouvelles preuves.

Il existe deux grandes sources d'informations sur les risques de l'uranium appauvri pour la santé : d'une part, les études épidémiologiques, autrement dit celles portant sur l'exposition à l'uranium appauvri et les risques accrus éventuels pour les populations humaines, et, d'autre part, les études radiobiologiques sur des cellules et des animaux. Comme nous le verrons, la seconde source apporte beaucoup plus d'informations que la première sur les risques de l'uranium appauvri pour la santé.

Qu'est-ce que l'uranium appauvri ?

La concentration en uranium naturel de l'écorce terrestre est d'environ 3 parties par million. Certaines régions de minerai d'uranium ont des concentrations beaucoup plus fortes en uranium, environ 1 000 parties par million.

Le cycle du combustible nucléaire commence par l'extraction du minerai d'uranium. L'uranium en est ensuite extrait puis raffiné en bioxyde d'uranium (UO₂) pour être utilisé dans le combustible nucléaire⁶. L'uranium naturel est constitué de trois isotopes, l'uranium 238, l'uranium 235 et l'uranium 234 (voir tableau 2). L'uranium 238 et l'uranium 235 sont apparus en même temps que la Terre, il y a environ 4,5 milliards d'années. Quant à l'uranium 234 c'est un produit de désintégration de l'uranium 238.

Le point essentiel est le fait que l'uranium 235 est *fissile*, ce qui signifie qu'il permet d'entretenir la fission dans une centrale nucléaire et peut être utilisé dans des armes nucléaires. La plupart des réacteurs sont conçus pour le combustible à l'uranium ayant été légèrement enrichi à l'uranium 235. La concentration en uranium 235, de 0,7%, est généralement augmentée pour atteindre entre 2% et 4%. C'est ce qu'on appelle l'uranium faiblement enrichi. Cette concentration est obtenue par le processus d'enrichissement au cours duquel l'UO₂ est converti en un gaz (l'hexafluorure d'uranium, UF₆) puis filtré dans des installations de diffusion gazeuse ou d'ultracentrifugation. L'uranium 235 est aussi un élément indispensable pour de nombreuses armes nucléaires, mais la concentration en uranium 235 doit être alors de 90%. C'est ce qu'on appelle l'uranium fortement enrichi.

Les processus d'enrichissement pour les armes nucléaires et le combustible nucléaire engendrent environ 7 tonnes d'uranium appauvri pour chaque tonne d'uranium enrichi produite. Il en résulte de très grandes quantités de déchets d'uranium appauvri. Le groupe STOA (Science and Technology Options Assessment) du Parlement européen a estimé à 35 000 tonnes la production mondiale d'uranium appauvri pour 1996⁷. Par conséquent, les stocks d'uranium représenteraient aujourd'hui plus de 1,2 million de tonnes dans le monde, situés principalement aux États-Unis⁸.

L'uranium appauvri est utilisé dans les écrans de protection radiologique et a servi, par le passé, de contrepoids dans les ailes des avions ; ces utilisations représentent des quantités plus petites que celles produites chaque année. Les plus grands utilisateurs d'uranium appauvri sont les services des armées même si le rapport du groupe STOA a estimé que les munitions utilisées en Iraq et au Kosovo représentaient une quantité totale d'uranium appauvri correspondant à seulement quatre jours de la production mondiale. Les stocks d'uranium appauvri augmentent, chaque année, de 35 000 tonnes et posent de graves problèmes d'évacuation aux gouvernements engagés dans l'enrichissement de l'uranium.

Quelle est la radioactivité de l'uranium appauvri par rapport à celle de l'uranium naturel ?

Il est difficile de répondre à cette question simple. De nombreux rapports estiment que la radioactivité de l'uranium appauvri se situe à 60% de celle de l'uranium naturel. Le chiffre réel est plus proche de 75% pour deux raisons : les installations d'enrichissement utilisent parfois de l'uranium de retraitement (par opposition à de l'uranium provenant à 100% de celui extrait du minerai), et toutes les formes d'uranium appauvri contiennent des produits de désintégration.

L'UTILISATION D'URANIUM RETRAITÉ DANS L'URANIUM APPAUVRI

L'uranium appauvri utilisé par l'armée des États-Unis contient l'isotope uranium 236 (voir tableau 2), qui n'existe pas dans l'uranium naturel. Cet isotope n'apparaît que dans les réacteurs nucléaires ; sa présence signifie donc que les lots d'uranium appauvri contiennent de l'uranium provenant de déchets issus du retraitement du combustible irradié, une opération effectuée principalement par les États-Unis, la Fédération de Russie, la France et le Royaume-Uni. Il existe donc deux types d'uranium appauvri ; ils proviennent tous deux du processus d'enrichissement, mais l'un compte de petites quantités d'uranium retraité issu du combustible nucléaire irradié.

Cela pose des problèmes car l'uranium retraité est contaminé avec les produits de fission et d'activation du combustible irradié. Les munitions à l'uranium appauvri contiennent parfois le produit de fission technétium 99 et les produits d'activation neptunium 237, plutonium 238, plutonium 239, plutonium 240 et américium 241⁹. L'uranium appauvri produit avec de l'uranium retraité est donc plus radioactif que celui provenant uniquement de l'extraction du minerai d'uranium¹⁰. La plupart des

Tableau 2. Principaux isotopes de l'uranium naturel et de l'uranium appauvri

| <i>Isotope</i> | <i>Période radioactive (années)</i> | <i>Activité alpha spécifique (Bq par gramme)</i> | <i>Concentration en uranium naturel (% en poids)</i> | <i>Concentration en uranium appauvri (% en poids)</i> |
|----------------|-------------------------------------|--|--|---|
| U-234 | 2,46 x 10 ⁵ | 2,31 x 10 ⁶ | 0,0055 | 0,001 |
| U-235 | 7,04 x 10 ⁸ | 7,99 x 10 ⁴ | 0,72 | 0,2 |
| U-236 | 2,34 x 10 ⁷ | 2,40 x 10 ⁶ | Nulle | 0,0003 de l'uranium retraité |
| U-238 | 4,47 x 10 ⁹ | 1,24 x 10 ⁴ | 99,3 | 99,8 |
| U naturel | - | 2,53 x 10 ⁴ | - | - |
| U appauvri | - | 1,42 x 10 ⁴ | - | - |

Source : Royal Society, 2001, *The Health Hazards Of Depleted Uranium Munitions: Part I*, Londres, Royaume-Uni.

rapports indiquent que les munitions à l'uranium appauvri ne contiennent que de petites quantités de contaminants provenant de combustible nucléaire irradié. Selon le US Office of the Special Assistant for Gulf War Illnesses, la dose de ces contaminants représente moins de 1% de la dose équivalente d'exposition à l'uranium appauvri. Les auteurs ont conclu qu'ils ne représentaient qu'un risque faible¹¹. La Royal Society a observé de faibles concentrations dans les lots d'uranium appauvri qu'elle a examinés mais recommande une vigilance permanente sur cette question¹².

LES PRODUITS DE DÉSINTÉGRATION DE L'URANIUM

Dès que l'uranium appauvri est utilisé dans des munitions et stocké dans des entrepôts, les isotopes uranium 238 et uranium 235 se désintègrent et engendrent des produits de filiation comme le montrent les tableaux 3 et 4. Dans un délai de six mois, ces produits de filiation sont en équilibre séculaire avec leurs parents, cela signifie que les produits de filiation créés par les parents représentent une quantité égale à ceux qui se désintègrent. Par conséquent, le rayonnement de ces produits de désintégration devrait être inclus dans l'évaluation des dangers que représente l'uranium appauvri. Le point crucial est le fait que les produits de désintégration sont des émetteurs bêta, en particulier le protactinium 234m, qui émet des particules bêta très puissantes. Comme l'explique le rapport de la Royal Society de 2001, ces rayonnements bêta peuvent représenter jusqu'à 40% de la dose absorbée¹³ par les tissus proches de fragments inclus dans les lésions. Il importe de comprendre que le risque supplémentaire que représentent les particules bêta des produits de désintégration ne sont, à ce jour, pas pris en compte par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) dans ses coefficients de dose (qui correspondent aux doses de rayonnement émises par des substances radioactives incluses dans l'organisme) pour les isotopes d'uranium.

Bishop¹⁴ a calculé le total des émissions alpha, bêta et gamma émises en une année par des échantillons d'un gramme d'uranium naturel et d'uranium appauvri. Il a conclu que la radioactivité de l'uranium appauvri avec ses produits de désintégration en équilibre se situe à 75% de celle de l'uranium naturel avec ses produits de désintégration. Le rapport du groupe STOA du Parlement européen, qui se fonde sur une méthode plus rudimentaire, estime que la radioactivité de l'uranium appauvri représente 80% de celle de l'uranium naturel. Tout cela montre bien que l'adjectif « appauvri » peut être trompeur : il serait plus juste de dire « légèrement moins radioactif ».

Tableau 3. Famille radioactive de l'uranium 238^a

| Nucléide | Période radioactive | Désintégration | Énergie (MeV) |
|----------|------------------------------|----------------|---------------|
| U-238 | 4,5 x 10 ⁹ années | alpha | 4,198 |
| Th-234 | 24 jours | bêta | 0,199 |
| Pa-234m | 1,2 minute | bêta | 2,271 |
| Pa-234 | 6,7 heures | bêta | 0,471 |
| U-234 | 2,5 x 10 ⁵ années | alpha | 4,775 |

^a Tronquée après l'uranium 234 qui, pour des raisons pratiques, termine la chaîne de désintégration à cause de sa très longue période radioactive.

Tableau 4. Famille radioactive tronquée de l'uranium 235

| Nucléide | Période radioactive | Désintégration | Énergie (MeV) |
|----------|------------------------------|----------------|---------------|
| U-235 | 7,0 x 10 ⁸ années | alpha | 4,596 |
| Th-231 | 26 heures | bêta | 0,390 |
| Pa-231 | 3,3 x 10 ⁴ années | alpha | 5,059 |

L'adjectif « appauvri » peut être trompeur : il serait plus juste de dire « légèrement moins radioactif ».

Les voies d'exposition à l'uranium appauvri

L'URANIUM APPAUVRI DANS L'ENVIRONNEMENT

Il existe plusieurs voies d'exposition à l'uranium appauvri. L'une est le rayonnement externe : le rayonnement bêta (et dans une moindre mesure le rayonnement gamma) des produits de désintégration de l'uranium appauvri irradie l'organisme. Cette exposition est, dans la plupart des cas, très faible. L'exposition interne est, quant à elle, beaucoup plus importante. Elle résulte de l'inhalation de poussières et d'aérosols d'uranium appauvri, de l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés ou de fragments contenant de l'uranium appauvri inclus dans des lésions.

Lorsque des véhicules blindés sont touchés par des projectiles à l'uranium appauvri, leurs occupants sont souvent blessés par des éclats contenant de l'uranium appauvri qui peuvent rester très longtemps dans l'organisme. Selon l'épaisseur et les matériaux de blindage, lorsque des chars sont frappés par des projectiles à l'uranium appauvri, environ 10% de cet uranium¹⁵ prend la forme de particules d'aérosol qui brûlent immédiatement en oxyde d'uranium faiblement soluble pouvant rester en fortes concentrations dans des espaces clos. Ces aérosols peuvent contenir de très fines particules d'oxyde d'uranium d'un diamètre compris entre 0,1 et 10 microns¹⁶ de diamètre pouvant être inhalées et se déposer dans les poumons. Les globules blancs récupèrent ces particules et les conduisent jusqu'aux nœuds lymphatiques trachéobronchiques où elles resteront longtemps. Il est peu probable que ces particules, qui sont généralement insolubles, soient détectées dans des échantillons d'urine. Par conséquent, la pratique consistant à prélever des échantillons d'urine des soldats revenant de zones où des munitions à l'uranium appauvri ont été utilisées peut être inefficace pour détecter l'exposition à l'oxyde d'uranium.

L'URANIUM APPAUVRI ET L'ÊTRE HUMAIN

La diffusion initiale des composés de l'uranium dépend fortement de leur solubilité et de la voie d'absorption. D'importantes quantités de composés solubles de l'uranium sont absorbées. Par exemple, 2h 30 après l'administration d'uranium, il en restait entre 20 et 30% dans les os des rats mâles et, 40 jours plus tard, 90% de l'uranium restant se trouvait dans les os¹⁷.

Les composés de l'uranium se diffusent dans tous les tissus, essentiellement dans les os, les reins, le foie et les testicules¹⁸. Les rats avec des implants d'uranium appauvri ont également des concentrations d'uranium dans le cœur, le tissu pulmonaire, les ovaires et les ganglions lymphatiques¹⁹. Comme de nombreux métaux lourds, l'uranium réagit avec l'ADN, les ions et les protéines sanguines pour constituer des composés (appelés complexes). L'uranium peut traverser le placenta et la barrière hémato-encéphalique et s'accumuler dans le cerveau. Les composés solubles de l'uranium sont éliminés beaucoup plus rapidement que les composés insolubles : les deux tiers de l'uranium présent dans le sang sont éliminés par les urines dans un délai de 24 heures. L'élimination de l'uranium soluble est effectuée principalement par les reins et les urines. Quant à l'uranium appauvri contenu dans les fragments inclus dans les tissus il se diffuse lentement : il faut environ une année et demie pour excréter 80 à 90% de l'uranium présent dans les os²⁰.

Les effets de l'uranium appauvri sur la santé

L'on sait depuis la deuxième guerre mondiale que l'uranium, un métal lourd radioactif, est dangereux sur deux plans pour l'être humain. Comme d'autres métaux lourds, tels que le chrome, le plomb, le nickel et le mercure, l'uranium est chimiotoxique pour les reins, le système cardiovasculaire, le foie,

les muscles et le système nerveux. En outre, les isotopes de l'uranium étant radioactifs, ils émettent un rayonnement, un agent cancérigène connu. Cela semblait devoir être une préoccupation surtout dans les cas d'inhalation de poussières ou d'aérosols d'uranium car, en restant longtemps dans les poumons, ils risquent de provoquer des cancers du poumon.

Cela explique pourquoi aux États-Unis, le pays ayant peut-être la réglementation la plus détaillée sur l'uranium, l'exposition à l'uranium est contrôlée sur deux plans par les autorités chargées de la protection contre le rayonnement et de la réglementation chimique : des doses maximales d'exposition des poumons au rayonnement de l'uranium par des particules insolubles d'uranium ; et par des concentrations maximales de composés solubles d'uranium, en particulier dans les reins²¹. Il faut généralement une concentration d'uranium moindre pour avoir des effets chimiques toxiques que pour produire des effets de rayonnement²².

LA CANCÉROGÉNÉCITÉ CHIMIQUE DE L'URANIUM APPAUVRI

Les scientifiques sont de plus en plus attentifs aux risques que l'uranium et l'uranium appauvri représentent pour les êtres humains sur un troisième plan : ils sont chimiquement (et radiologiquement) cancérigènes. Cela augmente considérablement notre perception des risques que représentent l'uranium appauvri et l'uranium naturel. De faibles concentrations d'uranium soluble dans l'organisme – considérées jusqu'à présent comme inoffensives (et qui étaient donc négligées) – pourraient être cancérigènes sans seuil d'effet. Autrement dit, même si la concentration en uranium ou en uranium appauvri est faible, un petit risque de cancérogenèse demeure. Taylor et Taylor ont toutefois estimé que ce risque était très faible²³.

Le rapport de 2001 de la Royal Society examine les preuves nouvelles concernant la cancérogénicité chimique de l'uranium appauvri, et laisse entendre que les effets chimiques et le rayonnement de l'uranium pourraient agir en synergie, ce qui signifierait qu'il faudrait multiplier et non pas simplement ajouter leurs effets. Plus récemment, le rapport du NRC a examiné la cancérogénicité chimique de l'uranium et exprimé des avis divers. Par exemple, le chapitre 7 réclamait des recherches pour déterminer s'il existe un mécanisme chimique de cancérogenèse de l'uranium. Le chapitre 8 recommandait pourtant que des études soient menées pour déterminer le rôle des mécanismes chimiques et radiologiques de la cancérogenèse de l'uranium²⁴.

L'URANIUM EN TANT QUE PERTURBATEUR ENDOCRINIEN

Aux États-Unis, des preuves récentes tendent à montrer que l'uranium appauvri pourrait être dangereux pour les êtres humains sur un quatrième plan : il peut être un perturbateur endocrinien, autrement dit avoir une incidence sur les hormones. Un certain nombre d'études montrent que les métaux lourds peuvent être des perturbateurs endocriniens²⁵. Par exemple, le cadmium stimule, chez l'être humain, la prolifération de cellules cancéreuses du sein²⁶, interagit avec les récepteurs des œstrogènes²⁷ et stimule les réponses œstrogéniques *in vivo*²⁸.

Raymond-Whish *et al.* ont étudié si l'uranium appauvri ajouté à de l'eau de boisson provoquait, dans le tractus reproductif de la souris femelle, des réactions similaires à celles du diéthylstilbestrol. Ils ont conclu que l'uranium était un perturbateur endocrinien et que les populations exposées à l'uranium dans l'environnement (et notamment celles qui vivent, aux États-Unis, près des déchets des mines d'uranium) devraient être examinées car elles présentent un risque accru de problèmes de fertilité et de cancers du système reproducteur²⁹.

Les études épidémiologiques et celles portant sur des cellules, sur des animaux et sur l'homme

LES PREUVES OBSERVÉES SUR DES CELLULES HUMAINES (ÉTUDES *IN VITRO*)

Des recherches indiquent que l'exposition *in vitro* de cellules humaines à de l'uranium appauvri produit des effets génotoxiques et des phénomènes cellulaires étroitement liés à la cancérogénèse. Ces phénomènes cellulaires sont les suivants :

- instabilité génomique, un processus qui joue un rôle dans la cancérogénèse³⁰ ;
- évolution vers un état tumorigène : une fois qu'elles sont injectées dans des souris, les cellules touchées évoluent en cancers³¹ ;
- provocation de mutations dont la présence caractérise la plupart des cancers³² ;
- dommage oxydatif de l'ADN³³ ;
- activation de certaines voies d'expression génétique³⁴ ;
- formation d'adduits U à l'ADN³⁵ ;
- induction de chromosomes dicentriques, un changement des cellules humaines lié au rayonnement³⁶ ;
- et altération chromosomique³⁷.

LES PREUVES OBSERVÉES CHEZ DES ANIMAUX (ÉTUDES *IN VIVO*)

Des études de longue durée portant sur l'inhalation d'oxyde d'uranium (autrement dit insoluble) par des singes montrent le caractère cancérogène de ce type d'exposition pour les poumons et peut-être son influence sur le lymphome non hodgkinien³⁸. Monleau *et al.* ont mesuré, chez des rats ayant inhalé de l'uranium appauvri, l'apparition de cassures double brin de l'ADN³⁹. Hahn *et al.* ont constaté un risque élevé de cancer chez les rats sur lesquels de petites feuilles d'uranium appauvri ont été implantées. Ils ont conclu que les fragments contenant de l'uranium appauvri inclus dans les tissus musculaires étaient cancérogènes s'ils étaient assez gros ; ils ont toutefois précisé que le mécanisme n'était pas clair⁴⁰.

Miller *et al.* ont mené une étude. Des fragments contenant de l'uranium appauvri ont été implantés pendant trois mois à des souris qui ont ensuite reçu, par injection, des cellules progéniteurs. Miller *et al.* ont constaté que 75% de ces souris avec développé la leucémie (contre 10% sur les souris témoins). L'appareil locomoteur des souris avait également changé avec des formations ou remodelages osseux après une exposition orale, intrapéritonéale, intraveineuse et une implantation d'uranium⁴¹.

Des études *in vivo* réalisées sur des rats avec des implants d'uranium appauvri ont constaté une expression aberrante d'oncogènes et de gènes suppresseurs de tumeur associés à la cancérogénèse⁴². Même si ces effets peuvent être dus au rayonnement de l'uranium appauvri, de nombreux éléments laissent à penser que les effets chimiques l'emportent. Dans les essais *in vitro* de transformation et d'échange de chromatides-sœurs, les effets induits étaient beaucoup plus fréquents que ce que l'on aurait pu penser vu le très petit nombre de cellules touchées par une particule alpha (une cellule sur 100 000 touchée par une particule d'uranium appauvri de 10 μ m). En outre, des fréquences similaires de transformation ont été observées avec les métaux lourds cancérogènes non radioactifs que sont le nickel et le plomb ; d'aucuns ont spéculé que la génotoxicité de l'uranium appauvri pouvait être due à des ions uranyles induisant la production de radicaux libres, surtout si les ions sont chélatés à l'ADN comme d'autres ions métalliques⁴³.

LES PREUVES OBSERVÉES CHEZ L'HOMME

L'uranium est une néphrotoxine (effet toxique sur les reins) bien connue pour l'homme, sa cible principale étant le tube contourné proximal. Les dommages se produisent lorsque l'uranium constitue, avec les ligands de phosphate et les protéines, dans les parois tubulaires, des complexes qui gênent le fonctionnement des reins. Les biomarqueurs de ces effets sont l'enzymurie et une excrétion accrue de petites protéines, d'acides aminés et de glucose. L'uranium est aussi une substance ostéotrope et s'intègre à la matrice osseuse en déplaçant du calcium pour constituer des complexes avec des groupements phosphate⁴⁴.

McDiarmid *et al.* ont constaté une augmentation statistiquement importante des mutations des lymphocytes périphériques chez trois vétérans américains de la guerre du Golfe dont l'organisme contenait des fragments métalliques comprenant de l'uranium appauvri comme le révélèrent les mesures d'uranium effectuées sur les urines. Leur surveillance régulière (pendant 14 ans) n'a toutefois pas permis de mettre en évidence un dysfonctionnement du système reproducteur des hommes, d'anomalies du sperme ni d'altérations de la fonction neuroendocrine⁴⁵. Il convient toutefois de rappeler que les soldats sont un sous-groupe sain de la population et que, dans ces études, le nombre de soldats exposés est relativement faible. Monleau *et al.* ont constaté que des inhalations répétées d'uranium avaient tendance à accroître les effets génotoxiques de l'uranium ou à agir en synergie⁴⁶. Zaire *et al.* ont observé des aberrations chromosomiques chez les ouvriers des mines d'uranium en Namibie⁴⁷. Ces changements du matériel génétique des chromosomes jouent un rôle dans le processus cancérogène.

LES ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES

Peu d'études épidémiologiques sur les êtres humains donnent des preuves convaincantes des effets de l'exposition à l'uranium appauvri. La Royal Society a examiné 14 études épidémiologiques d'exposition professionnelle à l'uranium de personnes travaillant dans l'extraction, le concassage et l'usinage de l'uranium⁴⁸. Elles ne mettent pas en évidence une augmentation de la mortalité à cause de cancers ou de néphropathies liés à l'inhalation ou l'ingestion d'uranium. Le rapport insiste néanmoins sur la nécessité d'interpréter avec attention ces études. En effet, il existe peu de données fiables sur les niveaux d'exposition à l'uranium des travailleurs concernant notamment les premières années du traitement de l'uranium, lorsque l'on pensait que l'exposition par inhalation de poussières contenant de l'uranium était élevée. En outre, le tabagisme est un facteur de confusion important, provoquant environ 90% des cancers du poumon mais aucune de ces études n'a pu disposer de données sur les habitudes tabagiques. Un autre problème est l'effet du travailleur sain. Les comparaisons de risque devraient se faire avec d'autres travailleurs et non pas la population générale. Le rapport soulignait que ce genre d'études épidémiologiques ne permet pas de détecter de petites augmentations de risques, mais peut voir que le risque a doublé.

Il est une règle capitale en épidémiologie : l'absence de preuve dans une étude ne peut servir à affirmer la preuve d'une absence⁴⁹. Dans de nombreux cas, cela peut signifier que l'étude n'était pas assez poussée pour détecter un risque accru.

Un certain nombre d'études ont étudié les effets sur la santé du personnel militaire⁵⁰, mais leur brève exposition à des aérosols ou des poussières d'uranium a été très inférieure à celle des personnes engagées dans des activités d'extraction et de concassage du minerai d'uranium. Malheureusement, très peu d'études ont été faites sur les nombreux civils qui ont été exposés à de l'uranium appauvri au cours de conflits⁵¹. Celles qui ont été effectuées soulèvent autant de questions qu'elles apportent de réponses, surtout s'agissant des taux inhabituellement bas de malformations congénitales en Iraq avant 1990⁵². Hindin *et al.* ont procédé à une étude approfondie de la littérature publiée sur les

malformations congénitales suite à l'exposition à l'uranium appauvri du personnel militaire des États-Unis et ont conclu que les preuves épidémiologiques des études sur l'homme révélaient un risque accru de malformation congénitale chez les enfants des personnes ayant été exposées à l'uranium appauvri.

Une synergie éventuelle des effets du rayonnement et des effets chimiques

De nombreuses études indiquent clairement que l'uranium appauvri a des effets chimique et de rayonnement. Une question importante se pose : existe-t-il une synergie, peuvent-ils potentialiser leurs effets ? Certains éléments donnent à réfléchir :

- des effets synergiques lorsque l'exposition au nickel est combinée à un rayonnement gamma⁵³ ;
- des cellules de voisinage (autrement dit non irradiées) sont vulnérables aux effets chimiques et à ceux du rayonnement⁵⁴.

Plusieurs auteurs ont émis des théories sur la possibilité d'une telle synergie. Par exemple, Miller *et al.* estiment que les effets chimiques et radiologiques de l'uranium appauvri pourraient influencer l'apparition et le développement de tumeurs⁵⁵. Si tel était le cas, ce serait un exemple de synergie.

De plus, selon la Royal Society, on pourrait supposer que la possibilité d'effets synergiques entre le rayonnement et l'action chimique de l'uranium appauvri serait plus grande dans le voisinage des particules ou fragments d'uranium appauvri. Toutes les cellules voisines seraient chimiquement exposées et pourraient donc être sensibilisées à des particules de désintégration radioactive⁵⁶.

Elle concluait sur la nécessité d'autres études pour examiner la possibilité d'une synergie entre les effets chimiques et le rayonnement de l'uranium appauvri. Le rapport du NRC recommande aussi d'effectuer des études pour déterminer le rôle des mécanismes chimiques et radiologiques de la cancérogénèse due à l'uranium. Il ajoutait que si la contribution chimique s'avérait importante, des études devraient être menées pour calculer le risque de cancer résultant des effets chimiques et radiologiques combinés.

Conclusions

Malgré les nombreux rapports consacrés à l'uranium appauvri, il est difficile d'évaluer si l'exposition à l'uranium appauvri accroît les risques d'un mauvais état de santé pour les soldats et autres personnes exposés (et, si oui, dans quelle mesure). Cela s'explique par les résultats peu concluants des rapports, les grandes incertitudes concernant les doses évaluées et les risques liés à l'exposition à l'uranium appauvri, la présence éventuelle de facteurs de confusion et le manque de données concernant l'exposition sur le champ de bataille et ailleurs. En d'autres mots, les données épidémiologiques disponibles sont rares et peu concluantes.

Toutefois, comme nous l'avons montré plus haut, il existe deux sources principales de données concernant les risques de l'uranium : les études sur des cellules et des animaux et les études épidémiologiques. En fait, les risques chimiques de l'uranium sont tirés des premières pour les règles de sécurité. En règle générale, pour quasiment tous les éléments chimiques, le calcul des risques se fonde sur des concentrations qui ne sont pas nocives pour les animaux. Ces concentrations sont divisées par des facteurs de sécurité compris en 10 et 1 000 pour les êtres humains. Autrement dit, les concentrations acceptables pour l'homme sont 10 ou 1 000 fois plus sûres que celles retenues pour les animaux. Ce système de précaution assez simple fonctionne bien.

Cette mesure de précaution n'est toutefois pas retenue pour les radionucléides. Au contraire, les scientifiques du rayonnement insistent pour que le calcul du risque se fonde sur des données humaines (autrement dit des études épidémiologiques). Certains pensent que ce serait préférable car les êtres humains sont différents des animaux et des cellules. Ils ont en théorie raison, mais la réalité n'est pas aussi simple : les études épidémiologiques présentent un grand nombre de difficultés pratiques. Elles ne sont, en réalité, qu'un instrument imprécis et l'on pourrait sous-estimer les risques que représente l'uranium appauvri à ne se fonder que sur des études épidémiologiques plutôt que d'utiliser aussi les études sur des animaux et des cellules.

Le fait de ne se fonder que sur des données épidémiologiques risque de minimiser l'importance des nombreuses preuves radiobiologiques qui indiquent, dans leur grande majorité, que l'uranium appauvri est une substance très dangereuse⁵⁷. Les preuves semblent indiquer que l'uranium appauvri est :

- un carcinogène chimique, mutagène et tératogène ;
- un carcinogène radiologique, mutagène et tératogène ;
- une toxine chimique avec des effets marqués sur les reins et d'autres organes ;
- et un perturbateur endocrinien.

En fait, la réticence à se fonder sur les nombreux résultats de la radiobiologie pourrait être considérée comme une violation du principe de précaution⁵⁸.

Vu l'importance des études effectuées sur des cellules et des animaux indiquant que l'uranium appauvri est une substance très dangereuse, il serait plus sûr de chercher à conclure un moratoire sur son emploi. Il convient de noter que, en décembre 2007, l'Assemblée générale des Nations Unies adopta, par 136 voix contre 5, une motion reconnaissant les préoccupations concernant les effets sur la santé des armes à l'uranium et demandant que les États soumettent au Secrétaire général leurs vues sur la question⁵⁹. En mai 2008, le Parlement européen adopta aussi une motion renouvelant avec force son appel à tous les États membres de l'Union européenne et aux pays membres de l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord d'imposer un moratoire sur l'emploi d'armes contenant de l'uranium appauvri, de redoubler d'efforts en vue de leur interdiction mondiale. La résolution fut adoptée par 491 voix contre 18, avec 12 abstentions⁶⁰.

Recommandations

Pour des raisons pratiques, il faudrait que l'uranium appauvri soit considéré comme étant aussi radioactif que l'uranium naturel. S'agissant des coefficients de dose pour l'uranium et l'uranium appauvri, il faudrait par précaution supposer que les isotopes de l'uranium sont en équilibre avec leurs principaux produits de désintégration (la Commission internationale de protection radiologique suppose le contraire). Cela signifie qu'il faudrait augmenter de 40% les coefficients de dose de l'uranium 238 ce qui augmenterait de 40% les doses (et, par conséquent, les risques) de l'uranium et de l'uranium appauvri.

Il est aussi recommandé de maintenir la surveillance des isotopes sur les nouveaux lots d'uranium appauvri pour veiller à ce que de l'uranium appauvri retraité ne soit pas ajouté à de l'uranium appauvri extrait du minerai d'uranium.

D'autres recherches

Si de nombreuses études ont tenté d'évaluer l'exposition à l'uranium appauvri et les risques probables pour le personnel militaire engagé dans la guerre du Golfe, relativement peu ont porté sur les civils. La

plupart des études militaires ont conclu que l'exposition et les risques encourus étaient mineurs et trop faibles pour être décelés dans le cadre d'études épidémiologiques chez les soldats exposés à l'uranium appauvri, qui sont relativement peu nombreux. Cela étant, d'autres études sur le personnel militaire ne semblent pas nécessaires. Il faudrait par contre s'intéresser aux effets sur la santé des dizaines de milliers de civils iraqiens qui ont été exposés à l'uranium appauvri et leurs enfants. Les populations exposées à l'uranium appauvri et à l'uranium naturel devraient être examinées pour des risques accrus de problèmes de fertilité et de cancers du système reproducteur.

D'autres recherches radiobiologiques sont recommandées sur les éventuels effets synergiques de l'exposition à l'uranium appauvri. Enfin, il faudrait d'autres recherches pour étudier les propriétés de l'uranium appauvri en tant qu'éventuel perturbateur endocrinien.

Notes

1. Voir, par exemple, Naomi Harley *et al.*, 1999, *A Review of the Scientific Literature As It Pertains to Gulf War Illnesses, Volume 7: Depleted Uranium*, Santa Monica (Californie), RAND Corporation.
2. Voir, par exemple, M. Aitken, 1999, « Gulf War Leaves Legacy of Cancer », *British Medical Journal*, août, vol. 319, p. 401.
3. National Research Council, 2008, *Review of Toxicologic and Radiologic Risks to Military Personnel from Exposure to Depleted Uranium During and After Combat*, Washington, National Academies Press ; M.A. Parkhurst *et al.*, 2004, *Depleted Uranium Aerosol Doses and Risks: Summary of U.S. Assessments*, Battelle Press ; Royal Society, 2001, *The Health Hazards of Depleted Uranium Munitions: Part I*, Londres ; Royal Society, 2002, *The Health Hazards of Depleted Uranium Munitions: Part II*, Londres ; Organisation mondiale de la Santé, 2001, *Uranium appauvri : sources, exposition et effets sur la santé*, document de l'OMS WHO/SDE/PHE/01.1, Genève ; Carolyn E. Fulco *et al.* (sous la direction de), 2000, *Gulf War and Health, Volume 1: Depleted Uranium, Sarin, Pyridostigmine Bromide, Vaccines*, Washington, National Academies Press, chap. 4 ; Office of the Special Assistant for Gulf War Illnesses (OSAGWI), 2000, *Environmental Exposure Report: Depleted Uranium* ; Harley *et al.*, op. cit. ; Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Ministère américain de la santé et des services sociaux, 1999, *Toxicological Profile for Uranium*, Atlanta (Géorgie).
4. D.M. Taylor et S.K. Taylor, 1997, « Environmental Uranium and Human Health », *Reviews on Environmental Health*, vol. 12, n° 3, p. 147 à 157 ; S. Fetter et F.N. von Hippel, 1999, « The Hazard Posed by Depleted Uranium Munitions », *Science & Global Security*, vol. 8, n° 2, p.125 à 161 ; D. Brugge *et al.*, 2005, « Exposure Pathways and Health Effects Associated with Chemical and Radiological Toxicity of Natural Uranium: A Review », *Reviews on Environmental Health*, vol. 20, n° 3, p. 177 à 193 ; A.C. Miller (sous la direction de), 2007, *Depleted Uranium: Properties, Uses, and Health Consequences*, Boca Raton (Floride), CRC Press.
5. Selon le rapport, l'exposition à des doses suffisamment élevées pourrait accroître la fréquence de certains cancers, en particulier celle du cancer du poumon, et peut-être de la leucémie, et pourrait toucher les reins. Selon l'hypothèse la plus pessimiste, elle peut signifier environ 1,2 mort supplémentaire pour 1 000 d'un cancer du poumon parmi les personnes ayant connu l'exposition la plus forte (par exemple, les survivants d'un véhicule frappé par un pénétrateur à l'uranium appauvri) (Royal Society, 2001, op. cit., p. 21).
6. L'extraction du minerai d'uranium est très destructrice pour l'environnement local et le raffinage de l'uranium engendre de grandes quantités de résidus radioactifs qui libèrent pendant des milliers d'années de grandes quantités des gaz radioactifs radon et thoron.
7. Science and Technology Options Assessment, 2001, *Depleted Uranium: Environmental and Health Effects in the Gulf War, Bosnia and Kosovo*, document STOA 100 EN.
8. Wise Uranium Project, *Depleted Uranium Inventories*, <www.wise-uranium.org/eddat.html>, dernière mise à jour le 21 avril 2008.
9. Royal Society, 2002, op. cit. ; R.K. Bhat, 2000, *Tank-Automotive and Armaments Command (TACOM) and Army Material Command (AMC) Review of Transuranics (TRU) in Depleted Uranium Armor*, Memorandum, Fort Belvoir (Virginie), Army Test Measurement and Diagnostic Equipment Activity.
10. E.R. Trueman *et al.*, 2003, « Characterisation of Depleted Uranium (DU) from an Unfired CHARM-3 Penetrator », *Science of the Total Environment*, vol. 327, numéros 1 à 3, p. 337 à 340.
11. OSAGWI, 2000, op. cit.
12. Royal Society, 2002, op. cit.
13. Soit 2% de la dose équivalente.
14. D. Bishop, pas de date, *Why Depleted Uranium Exhibits More than 60% of the Radioactivity of Natural Uranium*, *International Depleted Uranium Study Team*, <www.idust.net/index_files/page0009.htm>, p. 4.

15. Harley *et al.*, op. cit.
16. Un micron (1 μm) = 10^{-6} mètre soit un millionième de mètre.
17. T.C. Pellmar *et al.*, 1999, « Distribution of Uranium in Rats Implanted with Depleted Uranium Pellets », *Toxicological Sciences*, vol. 49, n° 1, p. 29 à 39.
18. OMS, op. cit.
19. D.P. Arfsten *et al.*, 2001, « A Review of the Effects of Uranium and Depleted Uranium Exposure on Reproduction and Fetal Development », *Toxicology and Industrial Health*, vol. 17, numéros 5 à 10, p. 182.
20. Brugge *et al.*, op. cit.
21. D.K. Craig, 2001, « Chemical and Radiological Toxicity of Uranium and Its Compounds », document WSRC-TR-2001-00331, préparé pour Westinghouse Savannah River Company, <sti.srs.gov/fulltext/tr2001331/tr2001331.html>.
22. H.M. Hartmann *et al.*, 2000, « Overview of Toxicity Data and Risk Assessment Methods for Evaluating the Chemical Effects of Depleted Uranium Compounds », *Human and Ecological Risk Assessment*, vol. 6, n° 5, p. 851 à 874.
23. Taylor and Taylor, op. cit.
24. Malheureusement, depuis 2004, les forces armées des États-Unis semblent n'avoir pas financé d'autres recherches sur la cancérogénicité de l'uranium appauvri. L'Institut de recherche radiobiologique des forces armées a réduit considérablement ses travaux d'avant-garde sur cette question.
25. C.A. Dyer, 2007, « Heavy Metals as Endocrine-disrupting Chemicals », in A.C. Gore (sous la direction de), *Endocrine-Disrupting Chemicals: From Basic Research to Clinical Practice*, Totowa (New Jersey), Humana Press, p. 111 à 133.
26. M. Brama *et al.*, 2007, « Cadmium Induces Mitogenic Signaling in Breast Cancer Cell by an ER-dependent Mechanism », *Molecular and Cellular Endocrinology*, vol. 264, numéros 1 et 2, p. 102 à 108.
27. Ibid.
28. C. Alonso-González *et al.*, 2007, « Melatonin Prevents the Estrogenic Effects of Sub-chronic Administration of Cadmium on Mice Mammary Glands and Uterus », *Journal of Pineal Research*, vol. 42, n° 4, p. 403 à 410.
29. S. Raymond-Whish *et al.*, 2007, « Drinking Water with Uranium below U.S. EPA Water Standard Causes Estrogen Receptor-dependent Responses in Female Mice », *Environmental Health Perspectives*, vol. 115, n° 12, p. 1711 à 1716.
30. A.C. Miller *et al.*, 2003, « Genomic Instability in Human Osteoblast Cells after Exposure to Depleted Uranium: Delayed Lethality and Micronuclei Formation », *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 64, numéros 2 et 3, p. 247 à 259 ; K. Baverstock, 2006, Présentation à la Commission de la défense de la Chambre des représentants de Belgique, 20 novembre 2006, <www.bandedpleteduranium.org/en/a/128.html>.
31. A.C. Miller *et al.*, 1998, « Urinary and Serum Mutagenicity Studies with Rats Implanted with Depleted Uranium or Tantalum Pellets », *Mutagenesis*, novembre, vol. 13, n° 6, p. 643 à 648 ; A.C. Miller *et al.*, 2005, « Leukemic Transformation of Haematopoietic Cells in Mice Internally Exposed to Depleted Uranium », *Molecular and Cellular Biochemistry*, vol. 279, numéros 1 et 2, p. 97 à 104 ; Z.H. Yang *et al.*, 2002, « Transformation maligne de la cellule épithéliale bronchiale humaine (BEAS-2B) induite par l'uranium appauvri » [article en chinois], *Ai Zheng*, septembre, vol. 21, n° 9, p. 944 à 948 ; A.C. Miller *et al.*, 2002, « Potential Late Health Effects of Depleted Uranium and Tungsten Used in Armor-piercing Munitions: Comparison of Neoplastic Transformation and Genotoxicity with the Known Carcinogen Nickel », *Military Medicine*, vol. 167, n° 2 (supp.), p. 120 à 122 ; A.C. Miller *et al.*, 2002, « Observation of Radiation-specific Damage in Human Cells Exposed to Depleted Uranium: Dicentric Frequency and Neoplastic Transformation as Endpoints », *Radiation Protection Dosimetry*, vol. 99, p. 275 à 278.
32. M.A. McDiarmid, 2004, « Health Effects of Depleted Uranium on Exposed Gulf War Veterans: A 10-year Follow-up », *Journal of Toxicology and Environmental Health A*, vol. 67, n° 4, p. 277 à 296 ; D.M. Stearns *et al.*, 2005, « Uranyl Acetate Induces hprt Mutations and Uranium-DNA Adducts in Chinese Hamster Ovary EM9 Cells », *Mutagenesis*, vol. 20, n° 6, p. 417 à 423 ; A.C. Miller, *et al.*, 2007, « Observation of Radiation-specific Damage in Cells Exposed to Depleted Ranium: hprt Gene Mutation Frequency », *Radiation Measurements*, vol. 42, numéros 6 et 7, p. 1029 à 1032.
33. A.C. Miller *et al.*, 2002, « Depleted Uranium-catalyzed Oxidative DNA Damage: Absence of Significant Alpha Particle Decay », *Journal of Inorganic Biochemistry*, vol. 91, n° 1, p. 246 à 252.
34. A.C. Miller *et al.*, 2004, « Effect of the Militarily-relevant Heavy Metals, Depleted Uranium and Heavy Metal Tungsten Alloy on Gene Expression in Human Liver Carcinoma Cells (HepG2) », *Molecular and Cellular Biochemistry*, vol. 255, numéros 1 et 2, p. 247 à 256.
35. Stearns *et al.*, op. cit.
36. R.H. Lin *et al.*, 1993, « Cytogenetic Toxicity of Uranyl Nitrate in Chinese Hamster Ovary Cells », *Mutation Research*, vol. 319, n° 3, p. 197 à 203 ; A.C. Miller *et al.*, 1998, « Transformation of Human Osteoblast Cells to the Tumorigenic Phenotype by Depleted Uranium-Uranyl Chloride », *Environmental Health Perspectives*, vol. 106, n° 8, p. 465 à 471 ; A.C. Miller *et al.*, 2000, « Potential Health Effects of the Heavy Metals, Depleted Uranium and Tungsten, Used in Armor-piercing Munitions: Comparison of Neoplastic Transformation, Mutagenicity, Genomic Instability, and Oncogenesis », *Metal Ions in Biology and Medicine*, vol. 6, p. 209 à 211.

37. S.S. Wise, 2007, « Particulate Depleted Uranium Is Cytotoxic and Clastogenic to Human Lung Cells », *Chemical Research in Toxicology*, vol. 20, n° 5, p. 815 à 820 ; Q.Y. Hu et S.P. Zhu, 1990, « Induction of Chromosomal Aberrations in Male Mouse Germ Cells by Uranyl Fluoride Containing Enriched Uranium », *Mutation Research*, vol. 244, n° 3, p. 209 à 214.
38. L.J. Leach *et al.*, 1970, « A Five-year Inhalation Study with Natural Uranium Dioxide (UO₂) Dust. I. Retention and Biologic Effect in the Monkey, Dog and Rat », *Health Physics*, vol. 18, n° 6, p. 599 à 612 ; L.J. Leach *et al.*, 1973, « A Five-year Inhalation Study with Natural Uranium Dioxide (UO₂) Dust. II. Post-exposure Retention and Biologic Effects in the Monkey, Dog and Rat », *Health Physics*, vol. 25, n° 3, p. 239 à 258.
39. M. Monleau *et al.*, 2006, « Genotoxic and Inflammatory Effects of Depleted Uranium Particles Inhaled by Rats », *Toxicological Sciences*, vol. 89, n° 1, p. 287 à 295.
40. F.F. Hahn *et al.*, 1999, « Toxicity of Depleted Uranium Fragments in Wistar Rats », *Toxicological Sciences*, vol. 48, p. 333 ; F.F. Hahn *et al.*, 2002, « Implanted Depleted Uranium Fragments Cause Soft Tissue Sarcomas in the Muscles of Rats », *Environmental Health Perspectives*, vol. 110, n° 1, p. 51 à 59.
41. Miller *et al.*, 2005, *op. cit.*
42. Miller *et al.*, 1998, « Urinary and Serum Mutagenicity Studies with Rats Implanted with Depleted Uranium or Tantalum Pellets », *op. cit.* ; Miller *et al.*, 2000, « Potential Health Effects of the Heavy Metals, Depleted Uranium and Tungsten, Used in Armor-piercing Munitions », *op. cit.*
43. Miller *et al.*, 1998, « Transformation of Human Osteoblast Cells to the Tumorigenic Phenotype by Depleted Uranium-Uranyl Chloride », *op. cit.* ; Miller *et al.*, 2000, « Potential Health Effects of the Heavy Metals, Depleted Uranium and Tungsten, Used in Armor-piercing Munitions », *op. cit.*
44. J.L. Domingo, 1995, « Chemical Toxicity of Uranium », *Toxicology and Ecotoxicology News* 2, p. 74 à 78.
45. M.A. McDiarmid *et al.*, 2007, « Health Surveillance of Gulf War I Veterans Exposed to Depleted Uranium: Updating the Cohort », *Health Physics*, vol. 93, n° 1, p. 60 à 73.
46. M. Monleau *et al.*, 2006, « Distribution and Genotoxic Effects after Successive Exposure to Different Uranium Oxide Particles Inhaled by Rats », *Inhalation Toxicology*, vol. 18, n° 11, p. 885 à 894.
47. R. Zaire *et al.*, 1996, « Analysis of Lymphocytes from Uranium Mineworkers in Namibia for Chromosomal Damage Using Fluorescence in situ Hybridization (FISH) », *Mutation Research*, vol. 371, n° 1, p. 109 à 113.
48. Royal Society, 2001, *op. cit.*
49. D.G. Altman et J.M. Bland, 1995, « Absence of Evidence Is Not Evidence of Absence », *British Medical Journal*, vol. 311, p. 485.
50. Par exemple, McDiarmid *et al.*, 2004, *op. cit.*, ont examiné du personnel engagé dans la guerre du Golfe.
51. Citons deux exceptions : I. Al-Sadoon *et al.*, 2002, « Depleted Uranium and Health of People in Basrah: Epidemiological Evidence. Incidence and Pattern of Congenital Anomalies among Births in Basrah during the Period 1990–1998 », in Ministry of Higher Education and Scientific Research Republic of Iraq, *Selected Research Works on the Effect of DU on Man & Environment in Iraq*, <idust.net/Docs/IQSRWrks/SelWks03.pdf> ; et T. Fasy, 2003, « The Recent Epidemic of Paediatric Malignancies and Congenital Malformations in Iraq: The Biological Plausibility of Depleted Uranium as a Carcinogen and a Teratogen », présentation lors de l'Iraqi-American Academics' Symposium for Peace. Baghdad University, 14-16 janvier 2003, <www.uraniumconference.org/fasy_jun_14_03.pdf>.
52. Pour une étude des preuves iraqiennes, voir R. Hindin *et al.*, 2005, « Teratogenicity of Depleted Uranium Aerosols: A Review from an Epidemiological Perspective », *Environmental Health*, vol. 4, n° 17.
53. Miller *et al.*, 2002, « Potential Late Health Effects of Depleted Uranium and Tungsten Used in Armor-piercing Munitions », *op. cit.*, p. 275.
54. *Ibid.*, p. 277.
55. Miller *et al.*, 2004, *op. cit.*, p. 254.
56. Royal Society, 2001, *op. cit.*, p. 69.
57. Voir A.C. Miller et D. McClain, 2007, « A Review of Depleted Uranium Biological Effects: in vitro and in vivo Studies », *Reviews on Environmental Health*, vol. 22, n° 1, p. 75 à 89.
58. E. Hey, 1995, « The Precautionary Principle. Where Does It Come from and Where Might It Lead in the Case of Radioactive Releases to the Environment », in AIEA, *Proceedings of an International Atomic Energy Agency Symposium on the Environmental Impact of Radioactive Releases*, Vienne, document IAEA-SM-339/195.
59. Résolution 62/30 de l'Assemblée générale des Nations Unies du 5 décembre 2007, document A/RES/62/30, 10 janvier 2008.
60. Résolution du Parlement européen du 22 mai 2008 sur les armes contenant de l'uranium (appauvri) et leurs effets sur la santé humaine et l'environnement – Vers une interdiction mondiale de l'usage de ces armes, document P6_TA(2008)0233.

Les armes à l'uranium appauvri : le nouvel objectif du désarmement ?

Avril McDONALD

Les efforts de désarmement ont enregistré, au fil des années, des succès remarquables. Ces initiatives n'étaient pas complètement aléatoires ; elles visaient généralement à neutraliser et à retirer de la circulation des armes pouvant enfreindre le droit des conflits armés¹. Les États ont interdit les armes chimiques en 1993, puis les armes à laser aveuglantes en 1995 et les mines antipersonnel en 1997². La campagne de désarmement la plus récente a conduit à l'interdiction des armes à sous-munitions (pour les pays qui adhèrent à la Convention sur les armes à sous-munitions de 2008)³. Quelles armes problématiques devraient faire l'objet d'un prochain traité d'interdiction ou de limitation ? Nombre de personnes pensent que ce devrait être les armes contenant de l'uranium appauvri⁴.

L'utilité et les applications militaires de l'uranium appauvri

L'uranium appauvri, qui est un sous-produit du processus d'enrichissement de l'uranium, est extrêmement dense. Il est utilisé principalement dans des alliages avec d'autres métaux pour fabriquer des munitions perforantes et pour renforcer le blindage des véhicules militaires⁵. Les projectiles perforants incendiaires qui contiennent de l'uranium appauvri sont conçus pour pénétrer dans des cibles telles que des chars, des véhicules blindés de transport de troupes et des abris fortifiés. Un pénétrateur en uranium appauvri ne contient pas de charge explosive mais utilise l'énergie cinétique ; sa densité et sa vitesse lui permettent de perforer des cibles sans se déformer ni perdre beaucoup de vitesse⁶. L'uranium appauvri prend feu à cause de l'énergie et de la chaleur qui se dégagent lorsqu'il entre en contact avec l'air à l'intérieur de la cible. Les éclats et le feu à l'intérieur du véhicule peuvent tuer ou blesser le personnel qui s'y trouve et, si un réservoir de carburant prend feu, le véhicule peut exploser.

Environ 18 pays⁷ détiennent ou fabriquent des munitions contenant de l'uranium appauvri, mais ce sont surtout les États-Unis et le Royaume-Uni qui ont utilisé la plupart de ces munitions⁸. Ces deux pays affirment que l'utilisation de munitions à l'uranium appauvri se justifie sur un plan militaire car elles sont plus efficaces que celles au tungstène (l'autre option principale) pour pénétrer dans du blindage⁹. Ajoutons que l'uranium appauvri coûte moins cher que le tungstène et qu'il est plus largement disponible. La densité et la vitesse de l'uranium appauvri permettent aux pilotes qui lancent de telles armes de se trouver plus loin de la cible lorsqu'ils tirent, ce qui accroît leur sécurité¹⁰.

Avril McDonald est actuellement associée de recherche au TMC Asser Instituut, La Haye, et chargée de cours sur le droit international humanitaire à l'Université de Groningen. Elle a dirigé, avec Jann K. Kleffner et Brigit Toebes, la publication *Depleted Uranium and International Law: A Precautionary Approach* (La Haye, TMC Asser Press, 2008).

La controverse autour de l'utilisation de l'uranium appauvri

Les applications militaires de l'uranium appauvri ont suscité des objections depuis les premiers essais sur le terrain lors de la guerre du Golfe de 1991¹¹. Après ce conflit, certaines personnes qui ont été ou auraient pu être en contact, directement ou indirectement, avec du métal ou des poussières d'uranium appauvri ont commencé à présenter diverses pathologies qui sont aujourd'hui connues collectivement comme le « syndrome de la guerre du Golfe »¹². Après l'utilisation ultérieure d'uranium appauvri dans les Balkans, des troubles divers furent signalés chez certains membres du personnel militaire. L'on parle de « syndrome de la guerre des Balkans »¹³. Il n'a jamais pu être établi de lien probant entre l'uranium appauvri et ces affections¹⁴. Les États qui jugent que l'utilisation de l'uranium appauvri se justifie sur le plan militaire rejettent la possibilité d'un lien de cause à effet¹⁵. Mais, comme le note Fahey, l'absence de preuve ne devrait pas être interprétée comme la preuve d'une absence car il n'y a eu que peu d'études sur le long terme de soldats ou de civils dont l'exposition à l'uranium appauvri est confirmée¹⁶. Aucune étude épidémiologique poussée n'a été réalisée dans les régions où l'uranium appauvri a été utilisé, à savoir en Afghanistan, en Bosnie, en Iraq, au Kosovo, au Koweït et en Serbie.

Malgré l'insuffisance des connaissances actuelles sur les effets de l'exposition à l'uranium appauvri, ce serait faire preuve de négligence que d'écarter la possibilité d'un rapport de cause à effet.

Malgré l'insuffisance des connaissances actuelles sur les effets de l'exposition à l'uranium appauvri, ce serait faire preuve de négligence que d'écarter la possibilité d'un rapport de cause à effet. Il est incontestable que l'uranium appauvri est toxique et radioactif¹⁷, et il est reconnu comme dangereux pour la santé humaine dans certains cas d'exposition¹⁸. Les personnes

les plus exposées sont celles qui se trouvent à l'intérieur des cibles touchées par un pénétrateur en uranium appauvri et celles qui entrent dans ces cibles tout de suite après l'impact¹⁹. Les civils qui vivent près des sites touchés peuvent être aussi en danger. Les expériences menées en laboratoire sur des animaux ou des cellules humaines fournissent de plus en plus d'éléments pour démontrer un lien entre l'exposition à l'uranium appauvri et l'apparition de pathologies. En outre, les quelques tests qui ont été réalisés montrent que le contact avec d'importantes quantités d'uranium appauvri peut provoquer des pathologies comme des lésions rénales ou des cancers²⁰.

Le statut actuel de l'uranium appauvri dans le droit du désarmement

D'aucuns considèrent que le droit international interdit déjà les armes contenant de l'uranium appauvri, même s'il n'existe pas de traité de désarmement portant expressément sur ces armes²¹. Les armes à l'uranium appauvri ont certaines caractéristiques d'armes (classiques ou de destruction massive) déjà visées par des instruments de maîtrise des armements. Si les armes à l'uranium appauvri sont toxiques et radioactives et si elles peuvent avoir des effets incendiaires ou toxiques, elles ne correspondent pas pour autant aux définitions juridiques des armes nucléaires, radiologiques, toxiques, chimiques, empoisonnées ou incendiaires. De manière générale, le droit international retient comme caractéristique déterminante de ces armes le fait qu'elles sont spécialement conçues (ou utilisées) pour tuer ou blesser au moyen de leurs propriétés caractéristiques spécifiques, ce qui n'est pas le cas des armes à l'uranium appauvri.

LES ARMES À L'URANIUM APPAUVRI NE SONT PAS DES ARMES NUCLÉAIRES

Faute de convention internationale interdisant les armes nucléaires, il n'existe pas de définition universellement admise. Les limitations actuelles portant sur la fabrication et l'utilisation d'armes

nucléaires laissent toutefois penser que les armes à l'uranium appauvri ne peuvent être considérées comme des armes nucléaires.

Le Protocole III, relatif au contrôle des armements, au Traité de Bruxelles modifié de 1954 définit une arme atomique comme toute arme qui contient ou est conçue pour contenir ou utiliser un combustible nucléaire ou des isotopes radioactifs et qui, par explosion ou autre transformation nucléaire non contrôlée ou par radioactivité du combustible nucléaire ou des isotopes radioactifs, est capable de destruction massive, dommages généralisés ou empoisonnements massifs²². L'article premier alinéa c) du Traité sur une zone exempte d'armes nucléaires en Asie du Sud-Est définit une arme nucléaire comme « tout dispositif explosif capable de libérer de l'énergie nucléaire par désintégration nucléaire spontanée, mais l'expression ne couvre pas les moyens de transport ou les vecteurs de ces dispositifs s'ils peuvent en être séparés et n'en constituent pas une partie indivisible »²³.

Les armes à l'uranium appauvri ne sont pas des engins explosifs et ne sont pas utilisées dans le but de tuer par rayonnement. La question de savoir si ces armes sont capables de destruction massive, de dommages généralisés ou d'empoisonnements massifs n'est pas réglée. De toute façon, la Cour internationale de Justice a conclu dans son avis consultatif sur la *Licéité de la menace ou de l'emploi d'armes nucléaires* que « Ni le droit international coutumier ni le droit international conventionnel ne comportent d'interdiction complète et universelle de la menace ou de l'emploi des armes nucléaires en tant que telles »²⁴.

LES ARMES À L'URANIUM APPAUVRI NE SONT GÉNÉRALEMENT PAS DES ARMES RADIOLOGIQUES

Les armes radiologiques ou à rayonnement sont conçues pour tuer ou blesser en conséquence directe de la dispersion d'un rayonnement – en général au moyen d'une explosion – et du déclenchement d'une maladie des rayons. Les bombes sales sont un exemple de ce type d'armes. Si les projectiles perforants contenant de l'uranium appauvri peuvent avoir comme effet secondaire d'entraîner un rayonnement lorsqu'ils frappent une cible, ce n'est pas l'objectif premier ni l'effet principal de leur utilisation. L'on ne peut cependant pas exclure la possibilité que de l'uranium appauvri soit utilisé dans une bombe sale dans l'intention manifeste de tuer des civils. Il n'est donc pas exclu qu'une arme à l'uranium appauvri puisse être considérée dans certains cas (limités) comme une arme radiologique.

LES ARMES À L'URANIUM APPAUVRI NE SONT PAS DES ARMES CHIMIQUES

Les armes à l'uranium appauvri ne semblent pas répondre à la définition des armes chimiques énoncée dans l'article II de la Convention sur les armes chimiques de 1993. L'uranium appauvri ne figure pas parmi les produits chimiques et précurseurs énumérés dans l'Annexe sur les produits chimiques de la Convention. Les armes à l'uranium appauvri ne sont pas spécifiquement conçues pour provoquer la mort ou d'autres dommages par l'action toxique des produits chimiques toxiques et leurs précurseurs. Si le Protocole de 1925 concernant la prohibition d'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de moyens bactériologiques n'exige pas expressément qu'il s'agisse d'effets principaux et non pas secondaires ou involontaires de l'utilisation d'une arme, la majorité des juristes estiment que cette exigence est implicite²⁵. Dans le cas de l'uranium appauvri, ses effets chimiques toxiques sont un effet secondaire de son utilisation au combat.

LES ARMES À L'URANIUM APPAUVRI NE SONT PAS DES ARMES BIOLOGIQUES OU À TOXINES

Les armes à l'uranium appauvri ne correspondent pas à la définition des armes biologiques énoncée dans la Convention sur les armes biologiques ou à toxines de 1972 qui porte sur « [d]es agents

microbiologiques ou autres agents biologiques, ainsi que des toxines » et sur « [d]es armes, de l'équipement ou des vecteurs destinés à l'emploi de tels agents ou toxines à des fins hostiles ou dans des conflits armés » (Article premier). La Convention sur les armes biologiques ou à toxines ne donne pas de définition des armes bactériologiques (biologiques). Il est toutefois admis qu'elles s'entendent des armes diffusant des organismes vivants, qui peuvent tuer ou blesser lorsqu'elles sont utilisées à des fins hostiles²⁶.

LES ARMES À L'URANIUM APPAUVRI EN TANT QU'ARMES CLASSIQUES

Peu d'armes classiques sont visées par le droit de la maîtrise des armements. Les armes contenant de l'uranium appauvri et celles auxquelles elles ressemblent apparemment le plus, les armes incendiaires et les armes empoisonnées, ne figurent pas parmi celles qui le sont.

Les armes à l'uranium appauvri ne sont pas des armes incendiaires

Le Protocole III à la Convention sur certaines armes classiques stipule que les armes incendiaires *ne comprennent pas* les munitions qui sont conçues pour combiner des effets de pénétration, de souffle ou de fragmentation avec un effet incendiaire, par exemple les projectiles perforants, les obus à fragmentation, les bombes explosives et les munitions similaires à effets combinés où l'effet incendiaire ne vise pas expressément à infliger des brûlures à des personnes, mais doit être utilisé contre des objectifs militaires, par exemple des véhicules blindés, des aéronefs et des installations ou des moyens de soutien logistique. (Article premier par. 1 b) ii). Cela exclut clairement les munitions à l'uranium appauvri.

Les armes à l'uranium appauvri ne sont pas des armes empoisonnées

Le poison ou les armes empoisonnées sont expressément conçus ou destinés à avoir un tel effet. La CIJ estime que dans la pratique des États, « ces termes ont été entendus dans leur sens ordinaire comme couvrant des armes dont l'effet premier, ou même exclusif, est d'empoisonner ou d'asphyxier »²⁷. Les effets toxicologiques de l'uranium appauvri sont secondaires et fortuits. La CIJ n'ayant pas voulu considérer les armes nucléaires comme des armes empoisonnées²⁸, il en découle que la définition exclut forcément les armes à l'uranium appauvri dont les effets toxicologiques sont relativement moins marqués.

L'utilisation de l'uranium appauvri constitue-t-elle une violation du droit des conflits armés ?

L'uranium appauvri ne faisant l'objet d'aucun accord de désarmement, les seules possibilités de limiter son utilisation ne peuvent venir pour l'instant que du droit des conflits armés. À l'exception des armes empoisonnées²⁹ et des balles qui s'épanouissent dans le corps humain³⁰, le droit des conflits armés n'établit aucune interdiction absolue d'utiliser la moindre arme. Cela signifie que la licéité de l'emploi des armes doit être examinée, en vertu du droit des conflits armés, au cas par cas.

Au combat, l'emploi d'armes est largement guidé par le principe interdisant les maux superflus aux combattants et les règles de la distinction et de la juste proportion. Ces principes du droit des conflits armés sont les plus pertinents pour juger de l'utilisation d'uranium appauvri.

LE PRINCIPE INTERDISANT LES MAUX SUPERFLUS AUX COMBATTANTS

Les « principes cardinaux » du droit des conflits armés³¹ interdisent d'employer des armes de nature ou conçues pour causer (ou ayant pour effet de causer)³² des maux superflus ou des souffrances inutiles aux combattants³³. Il existe un seuil de maux pouvant être considérés comme superflus, autrement dit « des souffrances supérieures aux maux inévitables que suppose la réalisation d'objectifs militaires légitimes »³⁴. Ainsi, une arme franchit ce seuil dès lors qu'elle aggrave inutilement les souffrances de combattants qui seraient tués de toute façon ou si elle rend leur mort inévitable alors qu'il ne serait pas nécessaire de les tuer³⁵. Même dans de tels cas, avant de pouvoir parler de maux superflus, il faut évaluer la nécessité militaire de l'emploi de l'arme. Si l'arme procure un avantage militaire ne pouvant être obtenu autrement, les maux seront justifiés car ils ne seront pas inutiles ni superflus.

La question de savoir si ce principe concerne uniquement les armes antipersonnel ou aussi les armes antimatériel est un sujet de désaccord³⁶. S'il ne devait s'appliquer qu'aux premières, cela signifierait que le droit des conflits armés ne prévoirait que peu de limitations de l'emploi des armes à l'uranium appauvri contre les combattants puisqu'elles sont conçues et utilisées principalement comme armes antimatériel. Le principe peut et est appliqué aux deux types d'armes aussi bien au stade de l'examen de la légalité des armes que lors des opérations militaires³⁷.

Si le principe était appliqué aux armes à l'uranium appauvri utilisées contre du matériel et du personnel, il faudrait déterminer si les souffrances des combattants franchissent le seuil des maux superflus. Dans l'affirmative, ces maux sont-ils nécessaires (et donc plus superflus) car aucune autre arme ne peut égaler ou dépasser les résultats d'une arme à l'uranium appauvri ? L'on peut difficilement répondre par l'affirmative à ces questions quand l'uranium appauvri est utilisé contre du matériel. L'on manque de données sur les effets de l'uranium appauvri pour pouvoir affirmer avec certitude que l'uranium appauvri entraîne, dans tous les cas, une incapacité permanente des combattants ou qu'il rend leur mort inévitable. Quant aux États utilisateurs, ils affirment qu'il n'existe pas de munition présentant une utilité militaire comparable. Le tungstène serait quand même suffisant dans la majorité des cas. Comme il semble n'y avoir aucune nécessité militaire d'utiliser de l'uranium appauvri contre du personnel, et dès lors que les souffrances des combattants constituent des maux superflus, l'emploi d'uranium appauvri peut être considéré comme une violation du principe car il existe des manières beaucoup plus efficaces de neutraliser les combattants.

LE PRINCIPE DE DISTINCTION ET LA RÈGLE DE LA JUSTE PROPORTION

Même si l'on ne peut dire que l'uranium appauvri viole, en soi, le principe de la distinction entre combattants et civils (codifié dans l'article 51 du Protocole additionnel I de 1977 aux Conventions de Genève), l'on peut penser, dans certains cas, que son utilisation constitue une attaque sans discrimination. Comme l'utilisation d'armes à l'uranium appauvri dans les combats entraîne une diffusion incontrôlée d'uranium appauvri³⁸, l'on peut dire que cela correspond aux « méthodes ou moyens de combat dont les effets ne peuvent pas être limités » qui constituent des attaques sans discrimination selon l'article 51 par. 4 c) du Protocole additionnel aux Conventions de Genève (Protocole I). Il est impossible de circonscrire la diffusion de l'uranium appauvri lorsque ces armes sont employées contre des objectifs militaires situés en zones urbaines Sachant que la plupart de l'uranium appauvri se propage dans un rayon de 50 mètres autour de son point de diffusion, mais qu'il peut, immédiatement après l'impact, se retrouver à 400 mètres du site touché³⁹, toute personne civile se trouvant dans ce rayon court le risque d'être exposée à ses effets toxiques et radioactifs.

Concernant une autre définition pertinente d'une attaque sans discrimination, l'on peut difficilement dire de manière catégorique que l'emploi d'armes à l'uranium appauvri contre des

biens militaires fera systématiquement, parmi la population civile, des morts et des blessés dans des proportions excessives⁴⁰, faute d'une certitude absolue concernant les effets des armes à l'uranium appauvri et la difficulté à se prononcer sur la nature excessive de leurs effets par rapport à la nécessité militaire de leur utilisation militaire.

LE PRINCIPE DE PRÉCAUTION

Les parties à un conflit armé doivent veiller à ce que ceux qui préparent ou décident une attaque prennent des précautions pour réduire au minimum les effets sur les populations civiles (art. 57 du Protocole additionnel I de 1977 aux Conventions de Genève). L'article 57 par. 2 a) ii) est particulièrement intéressant. Il stipule que les responsables militaires doivent « prendre toutes les précautions pratiquement possibles quant au choix des moyens et méthodes d'attaque en vue d'éviter et, en tout cas, de réduire au minimum les pertes en vies humaines dans la population civile, les blessures aux personnes civiles et les dommages aux biens de caractère civil qui pourraient être causés incidemment ». L'article 57 par. 2 a) iii) impose aux parties de « s'abstenir de lancer une attaque dont on peut attendre qu'elle cause incidemment des pertes en vies humaines dans la population civile, des blessures aux personnes civiles, des dommages aux biens de caractère civil, ou une combinaison de ces pertes et dommages, qui seraient excessifs par rapport à l'avantage militaire concret et direct attendu ». Cela pourrait constituer, avec l'article 51 par. 4) c) une base légale pour interdire l'utilisation de l'uranium appauvri.

Les parties à un conflit armé sont également tenues, dans la mesure de ce qui est pratiquement possible, de prendre les précautions nécessaires pour protéger contre les dangers résultant des opérations militaires la population civile, les personnes civiles et les biens de caractère civil soumis à leur autorité (alinéa c de l'article 58 du Protocole additionnel I de 1977). Ce pourrait être une base juridique pour exiger des États qu'ils prennent des mesures de décontamination pour limiter les dangers que représente, pour les populations civiles, l'emploi d'armes à l'uranium appauvri.

L'heure d'une interdiction des armes à l'uranium appauvri est-elle venue ?

Les projectiles contenant de l'uranium appauvri ne sont pas interdits ni limités par le droit coutumier et le droit conventionnel du désarmement. La licéité de l'emploi d'armes à l'uranium appauvri lors des hostilités doit être examinée au cas par cas. L'on doit pouvoir soutenir, dans certains cas, que

La licéité de l'emploi d'armes à l'uranium appauvri lors des hostilités doit être examinée au cas par cas.

l'utilisation de telles armes constitue une violation du principe interdisant de causer des maux superflus, surtout lorsqu'elles sont utilisées à des fins antipersonnel, et même dans certains cas d'utilisations antimatériel lorsqu'une autre arme serait suffisante.

L'utilisation d'uranium appauvri pourrait, dans certains cas, constituer une violation du principe de distinction notamment lorsqu'elle intervient dans des zones très peuplées où les civils risquent d'être exposés en raison du caractère non discriminatoire de ces armes.

Vu ce que nous savons déjà sur la toxicité et la radioactivité de l'uranium appauvri, une stratégie consistant à espérer que tout ira bien tout en envisageant le pire signifierait de renoncer à l'utilisation des armes à l'uranium appauvri tant que leurs effets ne seront pas mieux connus. Après tout, si l'hypothèse la plus pessimiste est avérée, il sera très difficile d'éliminer toutes les traces d'uranium appauvri déjà diffusées⁴¹. La sécurité maximale des troupes amies et ennemies et celle des populations civiles ne pourra être garantie que si les États utilisateurs acceptent d'observer un moratoire sur l'emploi d'armes à l'uranium appauvri en attendant les résultats d'autres recherches ou si une interdiction d'employer et diffuser de telles armes est adoptée.

Comme il est peu probable que ces États décident d'adhérer librement à un moratoire, la meilleure façon d'avancer sur cette question serait que d'autres États et la société civile décident de faire des armes à l'uranium appauvri l'objet d'un prochain traité de désarmement et s'engagent activement pour défendre ce projet. Il est tout aussi peu probable que les États utilisateurs acceptent d'adhérer à un traité interdisant la possession et l'emploi d'armes à l'uranium appauvri. Une campagne de désarmement qui aboutirait à une interdiction permettrait d'accroître l'opprobre que susciterait l'utilisation de telles armes – même pour des États non parties – et limiterait leur prolifération. Une campagne pour interdire la possession et l'emploi d'armes à l'uranium appauvri pourrait-elle maintenant prendre de l'envergure ? C'est du moins ce que peuvent laisser penser de récentes décisions. En décembre 2007, l'Assemblée générale des Nations Unies a adopté sa première résolution sur les armes à l'uranium appauvri par laquelle elle priait « le Secrétaire général de solliciter les vues des États Membres et des organisations internationales compétentes sur les effets de l'emploi d'armes et de munitions contenant de l'uranium appauvri »⁴². Le 22 mai 2008, le Parlement européen a adopté sa résolution la plus ferme sur l'uranium appauvri dans laquelle il « renouvelle avec force son appel à tous les États membres et aux pays membres de l'OTAN d'imposer un moratoire sur l'emploi d'armes contenant de l'uranium appauvri, de redoubler d'efforts en vue de leur interdiction mondiale »⁴³.

Notes

1. « Pour adopter la Convention sur certaines armes classiques et la Convention d'Ottawa interdisant les mines antipersonnel, les États se sont fondés sur l'interdiction d'employer "des armes, des projectiles et des matières ainsi que des méthodes de guerre de nature à causer des maux superflus". » (non souligné dans le texte). J.-M. Henckaerts et L. Doswald-Beck, 2005, *Customary International Humanitarian Law, Volume 1: Rules*, Cambridge, Cambridge University Press et Comité international de la Croix-Rouge (CICR), p. 242.
2. Convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication, du stockage et de l'emploi des armes chimiques et sur leur destruction (Convention sur les armes chimiques), adoptée le 13 janvier 1993, entrée en vigueur le 29 avril 1997 ; Protocole relatif aux armes à laser aveuglantes, Protocole IV à la Convention sur certaines armes classiques, adopté le 13 octobre 1995, entré en vigueur le 30 juillet 1998 ; Convention sur l'interdiction de l'emploi, du stockage, de la production et du transfert des mines antipersonnel et sur leur destruction, adoptée le 18 septembre 1997, entrée en vigueur le 1^{er} mars 1999.
3. Adoptée le 30 mai 2008, <www.clusterconvention.org/uploads/ccm77_french-final-text.pdf>.
4. Dans cet article, nous employons le terme « arme » au sens générique pour faire référence à tous les armements contenant de l'uranium appauvri, autrement dit les munitions comme les véhicules blindés.
5. Pour une analyse de l'utilisation militaire de l'uranium appauvri, voir Dan Fahey, 2008, « Depleted Uranium and Its Use in Weapons », in Avril McDonald, Jann K. Kleffner et Brigit Toebes (sous la direction de), *Depleted Uranium and International Law: A Precautionary Approach*, La Haye, TMC Asser Press, p. 3.
6. APFSDS Ammunition - Armoured Piercing Fin-Stabilised Discarding Sabot, army-technology.com, pas de date, <www.army-technology.com/contractors/ammunition/apfsds.htm>.
7. L'Arabie saoudite, le Bahreïn, la Chine, l'Égypte, les Émirats arabes unis, les États-Unis, la Fédération de Russie, la France, l'Inde, Israël, le Koweït, Oman, le Pakistan, le Royaume-Uni, Taiwan, la Thaïlande, la Turquie et l'Ukraine. Fahey, op. cit., p. 8 et 9.
8. Fahey, op. cit., p. 8 à 19 et 12 à 14.
9. Ministère de la défense, 2001, *Memorandum: Gulf War Illnesses*, présenté au Defence Select Committee de la Chambre des Communes, le 26 avril 2001, Londres, HMSO, p. 37. Department of the Air Force, Headquarters United States Air Force, *JA letter to AF/RDF, Subject: Legal Review of 30 mm Ammunition*, 14 mars 1975, avec mémorandum juridique ; Department of the Army, Office of the Judge Advocate-General, *DAJA-IO Memorandum for US Army Armament Research, Development and Engineering Center, Subject: M829A2 Cartridge, 120 mm APFSDS (Depleted Uranium Tank Round); Law of War Review*. Pour une analyse, voir B. Carnahan, 2008, « A Military View on Depleted Uranium », in McDonald et al., op. cit., p. 99 et 104 à 110.
10. Pour une étude de l'intérêt militaire de l'uranium appauvri, voir Carnahan, 2008, op. cit.
11. Fahey, 2008, op. cit., p. 12 et 13.
12. « Iraq: The DU Dust Settles », *Jane's Defence News*, 2 avril 2004 ; « A 'Silver Bullet' Toxic Legacy », *The Christian Science Monitor*, 20 décembre 2002 ; « Iraqi Cancers, Birth Defects Blamed on U.S. Depleted Uranium », *The Seattle Post-Intelligencer*, 20 novembre 2002.

13. « Depleted Uranium: EU Concern Grows », *BBC News*, 6 janvier 2001.
14. The Royal Society, 2002, *The Health Hazards of Depleted Uranium Munitions: Part II*, Londres, p. vii ; A. Marusic et S. Ramsay, 2001, « NATO Doctors Question 'Balkan War Syndrome' », *The Lancet*, vol. 357, n° 9251, p. 201.
15. « Pentagon Officials Say Depleted Uranium Powerful, Safe », *Armed Forces Press Service*, 14 mars 2003, <www.defenselink.mil/news/newsarticle.aspx?id=29292>.
16. Dan Fahey, 2008, « Environmental and Health Consequences of the Use of Depleted Uranium Weapons », in McDonald *et al.*, *op. cit.*, p. 29 et p. 64 à 71.
17. Royal Society, *op. cit.*, p. vii. L'uranium appauvri a été décrit comme un « émetteur de rayons alpha de faible activité pouvant provoquer un cancer lorsque l'exposition est interne, la toxicité chimique provoquant pour sa part des lésions rénales. [...] L'exposition des soldats à l'uranium appauvri sous forme d'aérosol sur les champs de bataille pourrait être importante et avoir des effets radiologiques et toxicologiques ». Rapport préparé par the US Army Production Base Modernisation Activity, Picatinny Arsenal, New Jersey, juillet 1990 ; « Lorsque des soldats inhalent ou ingèrent des poussières d'uranium appauvri, ils s'exposent à une augmentation du risque de cancer. [...] Les effets physiologiques prévisibles de l'exposition à des poussières d'uranium appauvri sont l'augmentation du risque de cancer (du poumon ou des os) et des lésions rénales », Col. Robert G. Claypool, director of Professional Services, *Memo from US Army Chemical Medical School on Depleted Uranium Safety Training*, 18 août 1993 ; « Il existe des preuves sérieuses pour encourager une étude poussée de la cancérogénicité potentielle de l'uranium appauvri », Dr David McClain, chercheur de l'armée des États-Unis sur l'uranium appauvri s'exprimant devant un comité présidentiel enquêtant sur les maladies de la guerre du Golfe, cité dans D. Fahey, 2001, « The Final Word on Depleted Uranium », *Fletcher Forum of World Affairs*, vol. 25, n° 2, p. 197.
18. Notamment lorsqu'il se retrouve dans l'organisme suite à une inhalation de poussières d'uranium appauvri ou à une injection de fragments d'uranium appauvri. Voir Fahey, 2008, *op. cit.*, p. 41 à 48.
19. The Royal Society, 2001, *The Health Hazards of Depleted Uranium Munitions: Part I*, Londres, p. 5.
20. Pour plus de détails, voir Fahey, 2008, *op. cit.*
21. Selon l'auteur d'un document de travail préparé pour la Sous-Commission de la promotion et de la protection des droits de l'homme, les armes contenant de l'uranium appauvri ainsi que les autres armes examinées dans ce document de travail « devraient être considérées comme interdites, qu'il existe ou non un traité spécifique les interdisant ». Droits de l'homme et armes de destruction massive ou de nature à causer des blessures ou des maux superflus et frappant sans discrimination, Document de travail présenté par M. Y. K. J. Yeung Sik Yuen, document des Nations Unies E/CN.4/Sub.2/2003/35, 2 juin 2003, par. 55.
22. Protocole III au Traité de Bruxelles modifié, signé le 23 octobre 1954, Annexe II, par. I a).
23. Traité sur une zone exempte d'armes nucléaires en Asie du Sud-Est, signé à Bangkok, le 15 décembre 1995, <untreaty.un.org/unts/120001_144071/20/5/00016565.pdf>.
24. Cour internationale de Justice, Licéité de la menace ou de l'emploi d'armes nucléaires, avis consultatif du 8 juillet 1996, par. 105.
25. Voir Guido den Dekker, 2008, « The Law of Arms Control and Depleted Uranium Weapons », in McDonald *et al.*, *op. cit.*, p. 75, 86 et 87 ; Stefan Oeter, 1995 « Methods and Means of Combat », in Dieter Fleck (sous la direction de), *The Handbook of Humanitarian Law in Armed Conflicts*, Oxford, Oxford University Press, par. 434.
26. Den Dekker, *op. cit.*, p. 86 ; Oeter, *op. cit.*, par. 439.
27. Cour internationale de Justice, *op. cit.*, par. 55.
28. *Ibid.*, par. 54 à 56.
29. Instructions de 1863 pour les armées en campagne des États-Unis d'Amérique (Lieber Code), article 70 ; Projet d'une Déclaration internationale concernant les lois et coutumes de la guerre, Bruxelles, 1874, article 13 a) ; Manuel des lois de la guerre sur terre, Oxford, 1880, article 8 a) ; Convention (II) de La Haye concernant les lois et coutumes de la guerre sur terre et son Annexe : Règlement concernant les lois et coutumes de la guerre sur terre, 1899, article 23 a) ; Déclaration (IV,2) de La Haye concernant les gaz asphyxiants, 1899. Convention (IV) de La Haye concernant les lois et coutumes de la guerre sur terre et son Annexe : Règlement concernant les lois et coutumes de la guerre sur terre, article 23 a) ; Traité relatif à l'emploi des sous-marins et des gaz asphyxiants en temps de guerre, 1922, article 5.
30. La Déclaration (IV, 3) de La Haye de 1899 interdit l'emploi de balles qui s'épanouissent ou s'aplatissent facilement dans le corps humain.
31. Cour internationale de Justice, *op. cit.*, par. 78.
32. Henckaerts et Doswald-Beck, *op. cit.*, p. 240 et 242.
33. Le terme est employé ici dans son sens le plus large pour désigner toute personne qui prend part à des hostilités, qu'elle puisse prétendre ou non aux droits des combattants. Voir Henckaerts et Doswald-Beck, *op. cit.*, p. 3.
34. Cour internationale de Justice, *op. cit.*, par. 78.
35. Déclaration de Saint-Pétersbourg ; le CICR estime qu'un facteur important pour déterminer si une arme provoquerait des maux superflus est le caractère inévitable d'une incapacité permanente grave. Henckaerts et Doswald-Beck, *op. cit.*, p. 241.

36. Marten Zwanenburg estime qu'il existe de bons arguments pour appliquer ce principe aux armes antimatériel comme aux armes antipersonnel. Il conclut néanmoins que « ces considérations ne représentent pas la position du droit international actuel sur la question [...] ». « The Use of Depleted Uranium and the Prohibition of Weapons of a Nature to Cause Superfluous Injury or Unnecessary Suffering », in McDonald *et al.*, op. cit., p. 111 et 117.
37. Pour une analyse de la question, voir Avril McDonald, 2008, « Averting Foreseeable and Unexpected Damage: The Case for a Precautionary Approach vis-à-vis Depleted Uranium Weapons », in McDonald *et al.*, op. cit., p. 281, 285 et 286.
38. Fahey, 2008, op. cit., p. 7.
39. Fahey note que « Environ 90% des poussières d'uranium appauvri créées par l'impact d'un obus de char contre un objectif durci touchent le sol dans un rayon de 50 mètres autour de la cible, alors que des poussières d'uranium appauvri transportées par le vent ont été repérées à 400 mètres du point d'impact tout de suite après l'impact ». Fahey, 2008, op. cit., p. 31.
40. Contrairement à l'article 51 par. 5 b) du Protocole additionnel I aux Conventions de Genève.
41. Vu que l'uranium appauvri, une fois libéré, contamine l'air, le sol et l'eau. Voir Fahey, op. cit., p. 33 à 41. Il ne faut pas oublier non plus que la période radioactive de l'uranium appauvri est de 4,5 milliards d'années et qu'il se désintègre extrêmement lentement (Federation of American Scientists Military Analysis Network, *Depleted Uranium*, 29 avril 1999, <www.fas.org/man/dod-101/sys/land/du.htm>).
42. Résolution 62/30 du 5 décembre 2007, document des Nations Unies A/RES/62/30, 10 janvier 2008, par. 1.
43. Adoptée par 491 voix contre 18, avec 12 abstentions. Résolution du Parlement européen du 22 mai 2008 sur les armes contenant de l'uranium (appauvri) et leurs effets sur la santé humaine et l'environnement – Vers une interdiction mondiale de l'usage de ces armes, document P6_TA(2008)0233.

Pourquoi toute cette agitation autour des armes à l'uranium ?

Chris BUSBY

« Lorsque vous avez éliminé l'impossible, ce qui reste, aussi improbable que cela paraisse, doit être la vérité. » Sir Arthur Conan Doyle, *Le Signe des quatre*, publié pour la première fois en anglais en 1890.

Selon le modèle de risque de rayonnement utilisé actuellement par tous les gouvernements du monde, l'exposition des populations civiles et des soldats à des particules radioactives provenant d'armes à l'uranium appauvri est trop faible pour avoir des effets mesurables sur la santé. Il existe aussi des rapports convaincants qui signalent une augmentation des leucémies, des cancers et des malformations congénitales et des problèmes de santé ahurissants chez les personnes exposées à cette matière. En outre, de nouvelles études publiées sur les expériences menées sur des animaux et des cultures cellulaires révèlent de plus en plus de taux inquiétants d'altérations génétiques suite à l'exposition à l'uranium, appauvri ou non. Comment peut-il y avoir des avis aussi contradictoires sur un sujet qui semble relever de faits scientifiques ? Qui a raison ? Comment avancer ?

L'uranium appauvri

L'uranium appauvri contient environ 12 400 000 Bq d'uranium 238 par kilogramme. À moins d'être dans l'une des rares régions au monde où se trouvent des gisements d'uranium, la teneur moyenne du sol en uranium 238 est comprise entre 10 et 20 Bq/kg. Au Kosovo, des échantillons de sol analysés par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) contenaient 250 000 Bq/kg, ce qui révélait qu'ils étaient contaminés. La quantité d'uranium appauvri utilisé pendant la première guerre du Golfe, soit environ 350 tonnes¹, représente 4,3 TBq ($4,3 \times 10^{12}$ Bq) d'activité alpha ($13,0 \times 10^{12}$ Bq si l'on inclut les isotopes de filiation radioactifs émettant un rayonnement bêta). Si une telle quantité était larguée sur une zone de 100 kilomètres carrés, elle signifierait des retombées de 130 GBq par kilomètre carré. C'est un taux extrêmement élevé si l'on pense que les terres autour du site de Tchernobyl, après l'accident de 1986, furent jugées contaminées à partir d'un taux de 37GBq par kilomètre carré². Cette quantité d'uranium appauvri, évaluée purement du point de vue de la radioactivité, équivaut à 2 kilogrammes de plutonium ; personne ne peut contester que déverser une telle quantité de poussières de plutonium sur une population serait une catastrophe. Il n'empêche

Chris Busby a obtenu son doctorat en chimie physique à l'Université du Kent. Il est actuellement professeur invité à l'Université de l'Ulster et chercheur invité au Centre fédéral de recherche pour les plantes cultivées, Julius Kühn Institute, Braunschweig (Allemagne), où il étudie les effets de l'uranium sur la santé. Il est secrétaire scientifique du European Committee on Radiation Risk et conseiller scientifique de Low Level Radiation Campaign, qu'il a contribué à établir en 1995. Auparavant, il a été membre d'un comité du Ministère britannique de la santé, le CERRIE (Committee Examining the Radiation Risks of Internal Emitters) et du Conseil de surveillance de l'uranium appauvri du Ministère britannique de la défense.

que l'armée ainsi que les gouvernements et organismes chargés d'étudier les risques, soutiennent que dans ces cas d'exposition à l'uranium, la radioactivité de l'uranium était trop faible et les doses trop petites pour être inquiétantes. C'est précisément ce genre d'arguments que j'ai analysés dans mes livres parus en 1995 et 2006 ; j'étudiais les effets sur la santé de la pollution radioactive à faible niveau de l'industrie nucléaire et des essais d'armes réalisés dans l'atmosphère dans les années 1960³. Ces ouvrages, fondés sur plusieurs années de recherche et l'examen de données radiobiologiques et épidémiologiques, concluent que le modèle de risque de rayonnement admis au niveau international pour l'analyse de l'exposition aux rayonnements ne convient pas pour l'exposition interne.

Le modèle de risque de rayonnement

Le modèle actuel est celui de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Il calcule *le risque de cancer* sur la base de *dose de rayonnement*. Pour ce faire, il établit un rapport mathématique entre les doses et celles résultant du rayonnement gamma externe subi par les survivants des bombardements atomiques de Hiroshima et Nagasaki, le plus vaste ensemble de données existant sur l'exposition au rayonnement et la santé. Le rayonnement gamma est un rayonnement électromagnétique, comme de la lumière visible, mais avec une longueur d'onde beaucoup plus courte et donc beaucoup plus puissante. Ce rayonnement est suffisamment fort pour casser les liaisons chimiques entre les molécules. Les personnes qui se trouvaient dans les villes des bombardements atomiques ont été exposées au rayonnement gamma ; c'était comme si elles se trouvaient face à un gigantesque flash. Toutes les cellules de l'organisme reçoivent la même énergie ; une moyenne peut donc être calculée. Mais il existe un autre type de rayonnement. Certains éléments radioactifs (l'uranium notamment) émettent des particules énergétiques au lieu (et parfois en plus) de rayons gamma. Ces particules alpha et bêta ont les mêmes effets sur les molécules, mais leurs effets sont beaucoup plus localisés.

L'exposition à l'uranium appauvri est donc totalement différente de celle subie par les survivants des bombes atomiques. Il s'agit d'une exposition interne chronique à de faibles doses. Puisqu'il s'agit d'une exposition *interne* à l'uranium, le problème est la quantité, autrement dit la dose de rayonnement⁴. La dose de rayonnement est une moyenne de l'énergie absorbée par les tissus ; elle ne distingue pas le rayonnement interne du rayonnement externe. Les effets nocifs du rayonnement se font sentir par une ionisation qui s'exerce sur ou près de l'ADN dans le noyau des cellules. C'est donc la *densité d'ionisation* près de l'ADN qui est la quantité clef de tout modèle de risque et non la dose de rayonnement. La portée d'une particule alpha émise par l'uranium correspond au diamètre de quelques cellules ; toute l'énergie alpha se dépose dans ce rayon. Par conséquent, si l'atome d'uranium est en dehors du corps, la dose est presque nulle, mais s'il se trouve dans l'organisme, après avoir été inhalé, absorbé en consommant de l'eau ou de la nourriture, il est alors très dangereux. Pour certaines expositions internes, comme celle aux particules d'uranium appauvri, ou lorsque l'uranium est lié chimiquement à l'ADN, l'ionisation près de l'ADN ou près de la particule d'uranium appauvri est des centaines de milliers de fois plus élevée que ne peut le laisser supposer la *dose absorbée*.

À cela vient s'ajouter une autre découverte scientifique. L'uranium se fixe fortement sur l'ADN et, en raison de son numéro atomique élevé, absorbe le rayonnement naturel environ 500 000 fois plus efficacement que l'eau qui est le composant principal de l'organisme et le disperse, dans les tissus locaux, sous forme de photoélectrons. Il émet donc une certaine radioactivité et concentre le rayonnement gamma naturel externe sur l'ADN⁵. À l'heure actuelle, le modèle de risque ne tient pas compte de ces faits. Tout cela résout l'énigme et répond à la question implicite de Sherlock Holmes. L'uranium est dangereux car il pénètre dans l'organisme et provoque une ionisation et des altérations génétiques importantes de l'ADN.

Les conséquences sur la santé de l'emploi d'armes contenant de l'uranium

Je suis très engagé sur la question des armes à l'uranium appauvri depuis le milieu des années 1990, lorsque sont parus les premiers rapports sur la « maladie de la guerre du Golfe » des vétérans américains. Il me semblait, et plus encore aujourd'hui, que cette maladie – ainsi que la progression des leucémies infantiles, des cancers et des malformations congénitales au sein de la population iraquienne – était probablement le signe d'un effet radiologique. L'uranium ayant été utilisé en grandes quantités au cours de ce conflit, cette substance radioactive était, de toute évidence, la cause la plus probable.

En 2000, j'ai effectué une étude sur le terrain, visité des hôpitaux iraqiens, parlé à des médecins et étudié les chiffres du cancer. Équipé d'appareils de mesure du rayonnement, je me suis rendu sur le champ de bataille dans le sud du pays pour mesurer l'uranium qui s'y trouvait dix ans après son utilisation. En 2001, j'ai effectué une étude similaire au Kosovo où des armes à l'uranium avaient été utilisées lors du conflit de 1999 ; j'ai aussi rencontré des médecins, mesuré le rayonnement et rapporté au Royaume-Uni des échantillons pour les analyser.

Il est extraordinaire de penser que peu d'études épidémiologiques indépendantes ont été réalisées sur les populations qui vivent dans les régions où l'uranium appauvri a été utilisé, comme dans les Balkans et en Iraq. Ce n'est un secret pour personne qu'une progression des cancers, leucémies, lymphomes et malformations congénitales dans ces régions a été signalée. Des rapports indiquent aussi une augmentation des taux de cancers du personnel étranger de maintien de la paix ayant été exposé pour des périodes relativement limitées.

Les données iraqiennes que j'ai reçues en 2000 m'ont convaincu que les leucémies infantiles avaient augmenté dans les zones où avaient eu lieu la plupart des bombardements, les taux les plus élevés concernant les nombreux enfants de 5 à 9 ans nés après la première guerre du Golfe. Les chiffres du cancer pour Sarajevo indiquent une très forte progression des cancers et leucémies entre 1995 et 2000⁶. J'ai également examiné l'étude financée par le Gouvernement italien⁷ sur les soldats de la paix italiens qui étaient allés dans les Balkans. Cette étude constatait aussi une progression rapide des lymphomes et autres cancers. Les observations d'études indépendantes, réalisées notamment par certains médias, soutiennent l'idée répandue selon laquelle des problèmes de santé graves apparaissent suite à l'exposition à l'uranium appauvri. Des documentaires indépendants ont également constaté une progression des cancers et leucémies chez les vétérans espagnols, italiens et portugais du Kosovo⁸.

En 2001, j'avais acquis la certitude que :

- l'exposition au rayonnement de l'uranium appauvri sur le champ de bataille avait des conséquences radiologiques sur la santé ;
- la progression des maladies dans les zones où l'uranium appauvri avait été utilisé était due à l'exposition à l'uranium ;
- l'on pouvait démontrer que la progression des cancers et des malformations congénitales en Iraq était due à l'exposition à l'uranium ;
- l'exposition à l'uranium a provoqué ou fortement influencé le syndrome de la guerre du Golfe ;
- les particules d'uranium appauvri générées au moment de l'impact étaient à vie longue et pouvaient être emportées dans l'air à distance importante (plusieurs kilomètres) du lieu de l'impact – elles restaient dans l'atmosphère et se retrouvaient en suspension ;
- et les modèles de risque actuels concernant l'exposition au rayonnement et la santé ne sont pas fiables pour le rayonnement interne, notamment celui des particules d'uranium.

Les preuves rassemblées montrant que l'exposition à l'uranium appauvri avait des effets graves sur la santé que n'expliquait pas le modèle de risque de rayonnement n'ont pourtant pas incité les responsables à étudier la question, à s'interroger sur la pertinence du modèle pour de telles expositions. Ainsi, au Royaume-Uni, lors des discussions entre le Medical Research Council et le Conseil de surveillance de l'uranium appauvri (DUOB) s'agissant des vétérans de la première guerre du Golfe, le premier a estimé que le modèle de risque ayant prédit qu'il ne pouvait y avoir d'augmentation du risque de cancer, il n'y avait pas de raisons d'étudier la question⁹.

La poussière d'uranium circule dans l'atmosphère et donc à travers le monde ; elle représente donc aussi un danger à l'extérieur de la zone de conflit. Les armes à l'uranium produisent un aérosol d'oxyde d'uranium composé de particules à vie longue dans l'environnement. J'ai mesuré ces particules dans des flaques de pluie au Kosovo (12 mois après l'utilisation des armes) et en Iraq (9 ans après l'emploi d'armes à l'uranium). La plupart des particules ont un diamètre de moins d'un dixième de micron et se comporte comme un gaz ; il n'est donc pas étonnant qu'elles soient extrêmement mobiles. Il a été enregistré que le niveau d'uranium de l'approvisionnement en eau de Los Angeles (qui est mesuré régulièrement) a soudainement augmenté après la deuxième guerre du Golfe¹⁰. En 2006, Saoirse Morgan et moi-même avons démontré qu'il y avait eu une progression statistiquement importante du niveau d'uranium dans les échantillonneurs d'air à grand volume déployés autour de l'Établissement des armes atomiques à Aldermaston, au Royaume-Uni, pendant les six semaines de la deuxième guerre du Golfe qui débuta en mars 2003¹¹. À l'époque, les vents soufflaient de l'Iraq vers l'Europe et le Royaume-Uni. Le modèle informatique très puissant de l'Administration nationale des océans et de l'atmosphère des États-Unis montrait que les masses d'air du Royaume-Uni provenaient d'Iraq.

Nouveautés du côté des découvertes, des essais et des observations

Au début des années 2000, les craintes de l'opinion se multipliaient, relayées dans les médias sous l'action de trois types d'organisations non gouvernementales : celles préoccupées par le rayonnement et la santé ; celles s'inquiétant de la progression des leucémies et malformations congénitales en Iraq ; et les groupes de soutien des vétérans militaires. Depuis la crise de l'ESB (ou maladie de la vache folle) et d'autres échecs de décisions scientifiques, l'opinion publique se méfie de la science ; elle a accueilli avec scepticisme les positions officielles sur l'uranium appauvri. Des instances, soutenues par des gouvernements, furent alors mises en place apparemment pour réexaminer la question. Cela permit au moins d'exposer aux différents comités les arguments habituels et les nouvelles preuves¹². J'ai participé à nombre de ces initiatives : en 2001-2002, j'ai témoigné devant le groupe de travail sur les armes à l'uranium appauvri de la Royal Society du Royaume Uni et le comité américain de la Chambre des représentants qui s'occupe des vétérans ; j'ai évoqué la question avec le CERRIE (Committee Examining Radiation Risks of Internal Emitters) ; et donné des conférences à divers organes nationaux, à des ONG et au Parlement européen.

La Royal Society a finalement conclu que l'exposition à l'uranium n'est pas dangereuse à moins que les gens soient exposés à des taux de poussière si élevés qu'ils risquent de mourir étouffés avant d'avoir des troubles dus à la radioactivité. Elle a également affirmé que, sur le champ de bataille, l'uranium appauvri restait sur le lieu de l'impact ; il n'était pas possible d'établir que l'uranium appauvri était la cause du syndrome de la guerre du Golfe et rien ne prouvait la progression des cancers et des malformations congénitales en Iraq¹³.

D'aucuns trouveront donc pour le moins étonnant que, suite à son rapport final qui minimisait l'importance des effets sur la santé des armes à l'uranium appauvri, le groupe de travail de la Royal Society a recommandé de procéder à des prélèvements d'urine chez les vétérans de la première

guerre du Golfe pour mesurer l'uranium appauvri. Le Ministère de la défense du Royaume-Uni a financé cette recherche et créé le Conseil de surveillance de l'uranium appauvri (DUOB)¹⁴.

Le DUOB avait deux tâches : la première était de concevoir un test pour mesurer l'uranium appauvri chez les vétérans et superviser ces mesures ; la deuxième était de recommander d'autres tests qui pourraient être utilisés et d'examiner les connaissances scientifiques des effets sur la santé. Le DUOB a poursuivi ses travaux entre 2002 et 2006 ; un test fut conçu et appliqué. La plupart des recherches scientifiques pertinentes sur l'uranium ont été examinées.

Au fil du temps, de plus en plus d'éléments semblaient indiquer que l'uranium était beaucoup plus dangereux que ce que l'on avait pensé : certaines anomalies provoquaient, à très faibles doses, des altérations génétiques considérables des cellules. Les maladies de la guerre du Golfe et les rapports de plus en plus crédibles sur la multiplication des cancers et des problèmes de mutations au sein de la population iraquienne et d'autres personnes exposées à l'uranium du champ de bataille incitèrent un certain nombre de chercheurs à étudier les effets génétiques de l'uranium chez des animaux et des cultures cellulaires.

En 2008, une vingtaine d'articles scientifiques sérieux évalués par des pairs montrent que l'uranium est un mutagène plus dangereux que ce qu'on pensait auparavant. C'est ce qu'ont démontré les analyses de cultures cellulaires, les études effectuées sur des animaux et les arguments théoriques fondés sur ses propriétés physiques connues. L'on redécouvre la forte affinité de l'uranium avec l'ADN, démontrée pour la première fois dans les années 1960 lorsqu'il commença à être utilisé comme marqueur pour les microscopes électroniques. La capacité qu'ont les métaux lourds d'absorber des rayons gamma et de les transmettre dans l'ADN est d'ailleurs à l'origine d'applications brevetées. En 2005, des chercheurs américains obtinrent un brevet pour associer des nanoparticules d'or aux rayons X dans la radiothérapie contre les cancers : les particules d'or libéraient des photoélectrons et détruisaient les tumeurs mammaires des souris¹⁵. L'uranium, qui se fixe sur l'ADN et dont le numéro atomique est plus élevé, amplifie davantage le rayonnement. Il est impossible d'ignorer les preuves des effets de l'uranium appauvri sur la santé présentées dans des documents évalués par des pairs comme dans la littérature grise. Il n'en reste pas moins que, dans de nombreuses régions du monde, les gouvernements, leurs armées et les organismes chargés d'étudier les risques les méprisent toujours.

Les armes à l'uranium : ce qu'il nous faut découvrir et comment y parvenir

De nombreuses questions concernant les armes à l'uranium restent sans réponse, mais elles ne sont certainement pas impossibles d'un point de vue scientifique. Il nous faut savoir combien d'uranium a été utilisé, quel type, quand et où il a été employé, et par qui. La spectrométrie de masse permettant de repérer la présence d'uranium appauvri, il importe maintenant de savoir si certaines armes utilisent de l'uranium *naturel*. Quelle est l'origine de l'uranium *enrichi* que l'on trouve aujourd'hui sur divers champs de bataille : existe-t-il une nouvelle bombe à fusion qui utilise de l'uranium enrichi ou en produise à partir de l'uranium 238, ou y-a-t-il une autre explication ? Nous voulons connaître la vérité sur les conséquences sur la santé de l'utilisation d'armes à l'uranium. Des études épidémiologiques indépendantes et fiables des populations exposées sont donc nécessaires. Nous devons savoir quelles armes contiennent de l'uranium et en quelle quantité, et comment elles sont utilisées. Il est particulièrement important d'établir quelle est la dispersion de l'uranium depuis le site d'utilisation et combien de temps il se trouve dans l'environnement sous une forme pouvant se retrouver en suspension, être ingérée ou inhalée. Il nous faut déterminer quelles sont les origines biologiques ou biophysique des altérations génétiques qu'entraîne l'uranium. Sont-elles dues au rayonnement provoqué par l'amplification du rayonnement gamma naturel par les photoélectrons ? Nous savons que le modèle actuel de risque

Il nous faut déterminer quelles sont les origines biologiques ou biophysique des altérations génétiques qu'entraîne l'uranium.

de rayonnement est inadapté à l'exposition interne et, par conséquent, dangereux ; il nous faut donc déterminer l'ampleur de l'erreur pour les différents isotopes.

Quelles réponses apporter à ces questions pour que nous soyons tous raisonnablement certains que les mesures appropriées ont été prises et qu'elles permettront de tirer les conclusions qui s'imposent ? Dans le reste de cet article, je répondrai brièvement aux questions que je viens d'évoquer, je préciserai quel est l'état des connaissances sur certains points ou ce que les recherches actuelles laissent supposer. Je soulignerai aussi les points qui mériteraient d'être étudiés par une entité indépendante.

DÉTECTER L'URANIUM APPAUVRI

De nombreuses idées fausses circulent sur la radioactivité de l'uranium appauvri et ceux qui cherchaient des preuves de son utilisation ont souvent fait des erreurs et conclu à tort qu'il n'avait pas été employé. L'uranium appauvri, un sous-produit du cycle du combustible nucléaire, contient moins d'uranium 235, un isotope fissile, que l'uranium naturel. Dans la nature, le rapport atomique est de 137,88 atomes d'uranium 238 pour un atome d'uranium 235. Tout rapport supérieur est le signe d'uranium appauvri. Lorsqu'un échantillon a un rapport isotopique qui diffère d'une ou deux unités de celui de 137,88 de l'uranium naturel, cela signifie qu'il vient d'une source créée par l'homme. Un échantillon d'urine ayant un rapport de 140 ou plus contient de l'uranium appauvri ; un rapport de 136 ou moins signale de l'uranium enrichi (et l'uranium enrichi est de plus en plus présent dans l'environnement, pour des raisons qui ne sont pas encore totalement claires). Les balles (pénétrateurs) que j'ai vues en Iraq traîner à la frontière avec le Koweït avaient un rapport de plus de 400. Les poussières que j'ai trouvées au Kosovo avec un détecteur à scintillation contenaient de l'uranium appauvri comme en témoignait le rapport isotopique compris entre 300 et 500. C'est ce rapport qui définit l'uranium appauvri.

Pour détecter de l'uranium appauvri ou de l'uranium utilisé dans des armes, il faut connaître la nature de la matière. Les études *doivent employer l'équipement approprié*. L'uranium est un faible émetteur gamma, les compteurs Geiger classiques ne sont donc pas adaptés. Les premières études menées au Kosovo avaient conclu à l'absence de contamination à l'uranium car les instruments utilisés étaient inadaptés¹⁶. L'instrument idéal est un compteur à scintillation sensible sur de grandes zones capable de détecter les émissions bêta de deux produits de filiation générés par la désintégration de l'uranium 238, le thorium 234 et le protactinium 234m. Le détecteur est passé doucement 20 cm au dessus du sol, qui doit être sec, car l'eau absorbe considérablement les émissions bêta qui ne parviennent pas au détecteur. Les poussières d'uranium appauvri emportées par le vent et déposées par les pluies sont retrouvées dans des flaques asséchées ou sous une couche de neige fondue ayant séché. Lorsqu'on obtient des relevés deux à trois fois supérieurs au niveau du rayonnement naturel, des échantillons doivent être prélevés avec soin pour être analysés en laboratoire.

Les armes à l'uranium produisent des particules d'oxyde d'uranium. Le filtrage des échantillons d'eau éliminera l'uranium. C'est ce qu'a démontré l'étude menée au Kosovo par le PNUE en 2001. Des échantillons furent envoyés à deux laboratoires, l'un les filtra (Suède) et l'autre pas (Bristol). Plus récemment, de l'uranium enrichi fut découvert par les laboratoires Harwell au Royaume Uni, dans une partie d'un échantillon d'eau provenant d'un cratère de bombe au Liban, alors que le laboratoire suisse Spiez ne trouva pas d'uranium enrichi. Comme nous l'avons dit précédemment, les particules d'uranium restent dans l'atmosphère et se déplacent sur de grandes distances, mais leur présence dans l'air est facilement établie en analysant les filtres à air des véhicules dans la zone où l'on pense que de l'uranium a été utilisé. Cette méthode a été utilisée pour démontrer la présence d'uranium enrichi dans l'air de Beyrouth (voir plus loin).

Le choix de la méthode du laboratoire est important. Un certain nombre de laboratoires ont tenté d'établir la présence ou l'absence d'uranium appauvri en utilisant la spectroscopie gamma des isotopes de filiation de l'uranium 238. Cette méthode ne donne pas des résultats corrects pour les échantillons de l'environnement à cause des différences de solubilité entre l'uranium et le thorium utilisé pour signaler l'uranium 238. Pour des raisons techniques similaires, le rapport entre l'uranium 234 et l'uranium 238 ne peut être utilisé. Le rapport entre l'uranium 238 et l'uranium 235 doit être mesuré directement. Les seules méthodes qui donnent de vraies valeurs sont la séparation chimique et la spectrométrie alpha ou la spectrométrie de masse de haute résolution. Pour les analyses d'urine, seule la spectrométrie de masse est suffisamment sensible pour distinguer les rapports isotopiques sur de faibles niveaux de contamination.

Les échantillons devraient, dans tous les cas, être divisés et codés séparément puis envoyés à des laboratoires différents pour que les évaluations soient vraiment réalisées en double aveugle. C'est le protocole qui fut établi très tôt par le DUOB pour les analyses d'urine des vétérans de la guerre du Golfe ; la plupart des échantillons prélevés dans le cadre de ce projet furent analysés en aveugle par deux laboratoires différents. Ils obtenaient généralement les mêmes résultats ; dans le cas contraire, une nouvelle analyse était effectuée.

L'URANIUM NATUREL ET L'URANIUM ENRICH

L'on parle beaucoup de la question de l'uranium appauvri et de plus en plus d'analyses sont réalisées sur des échantillons prélevés dans des zones où des armes à l'uranium ont été utilisées. Il ressort de ces résultats que l'on aurait de bonnes raisons de penser que les discussions sur l'uranium appauvri pourraient chercher à dissimuler un autre type d'armes, celles utilisant l'uranium naturel.

Des analyses ont été organisées par Tedd Weyman (en collaboration avec le Dr Asaf Durakovic aux États-Unis) sur des civils malades dans les zones bombardées récemment en Afghanistan. Les niveaux élevés d'uranium naturel découverts dans les urines¹⁷ ont conduit le DUOB et d'autres à se demander si les armes de destruction d'abris fortifiés et les missiles de croisière utilisés dans le conflit dans ce pays auraient employé des pénétrateurs à l'uranium. L'armée du Royaume-Uni et celle des États-Unis nient systématiquement avoir utilisé de l'uranium appauvri dans les missiles de croisière, mais cette formulation n'exclut pas la possibilité qu'elles aient utilisé des pénétrateurs en uranium *naturel*. J'ai personnellement vu, au Kosovo, les restes d'un bâtiment de neuf étages : un missile ou une bombe avait transpercé nettement chaque étage de béton armé, ne laissant qu'un petit trou, avant d'exploser dans le sol. Des brevets d'armes faisant référence à de tels pénétrateurs ont été découverts¹⁸. Il est presque indispensable d'avoir un tel moyen de renforcer l'impact pour répondre à la nécessité militaire de détruire des bunkers profondément enterrés. Le tungstène est la seule autre option ; pourtant, l'analyse du filtre à air d'une ambulance à Beyrouth, où un bunker du Hezbollah avait été détruit par un énorme missile, a constaté l'absence de tungstène mais la présence d'une quantité importante d'uranium. Bien sûr, vu la densité de l'uranium, nous parlons d'une très grande quantité pour une seule bombe, peut-être 1 000 kilogrammes. Une telle quantité d'uranium appauvri serait difficile à expliquer, mais ce serait différent pour de l'uranium naturel. Si une étude épidémiologique ou autre était effectuée un jour, tout excès pourrait être traité par le mépris au motif qu'il s'agirait d'« uranium naturel ». Ajoutons que des taux élevés d'uranium ont été trouvés dans les urines des troupes britanniques qui ont servi durant la deuxième guerre du Golfe, en 2003, mais il ne s'agissait pas uniformément d'uranium appauvri : en fait, la signature isotopique était assez large, laissant penser qu'il pouvait s'agir d'uranium naturel ou appauvri¹⁹.

Comment faire la distinction entre l'uranium appauvri et les résidus ou retombées radioactives de telles armes à l'uranium ? Ce n'est, de toute évidence, pas par la signature isotopique ; les poussières sont peut-être le signe caractéristique. Si des niveaux anormaux d'uranium sont trouvés dans les filtres

ou échantillons de sol, la matière doit être extraite (sur la base de son rapport masse/densité très élevé) et étudiée avec la fluorescence X et un microscope électronique à balayage pour déterminer qu'il s'agit d'uranium.

Récemment, la radioactivité d'un cratère de bombe dans le Liban-Sud a été établie²⁰. Des échantillons prélevés dans ce cratère ont été mesurés avec la spectrométrie de masse dans les laboratoires Harwell et la spectrométrie alpha à l'Université du pays de Galles, Bangor. Des échantillons d'eau furent également prélevés dans ce cratère et d'autres et examinés, ainsi qu'un filtre à air d'une ambulance de Beyrouth. Les résultats ont démontré des niveaux anormalement élevés d'uranium. La présence d'uranium enrichi a été confirmée dans les échantillons d'eau, du cratère et le filtre à air. D'autres échantillons ont été analysés ultérieurement par M. A. Kobeissi du Lebanese National Council for Scientific Research qui a confirmé la présence d'uranium enrichi dans certains échantillons et d'uranium appauvri dans d'autres²¹. Quelques mois plus tard (en novembre 2006), le PNUE a effectué une série d'analyses dans la région qui n'ont trouvé ni uranium enrichi ni uranium appauvri, même si les niveaux d'uranium naturel relevés étaient anormalement élevés²².

La présence d'uranium enrichi dans ces échantillons est très curieuse. Il est peut-être utilisé pour dissimuler l'utilisation d'uranium appauvri car le mélange final aurait une signature plus proche de la signature naturelle. Une autre explication est possible : un physicien a émis l'hypothèse, sur Rai News, d'un nouveau type d'arme qui utiliserait de l'uranium enrichi ou pourrait le créer par le biais d'une réaction de fusion avec la dissolution d'hydrogène dans de l'uranium 238²³.

Si je n'en sais pas beaucoup sur la science, je sais ce que j'aime

Cette boutade de l'écrivain Martin Amis résume bien ce qui se passe dans l'interaction entre la science et la politique lorsque les résultats de recherche sont utilisés pour définir des politiques. De nombreux préjugés influencent la recherche scientifique tout comme la politique dans ce domaine²⁴. À titre d'exemple, dans une série d'articles évalués par des pairs, la philosophe Christina Rudén a étudié comment se traduisaient dans la politique de l'Union européenne des preuves scientifiques concernant les effets cancérigènes du trichloréthylène, un solvant industriel très utilisé. Elle a montré que les effets cancérigènes de cette substance n'ont été reconnus que des années plus tard sur les conseils des scientifiques de l'industrie²⁵. Qu'il s'agisse des conséquences sanitaires de l'amiante ou de l'ESB, les comités gouvernementaux prennent souvent beaucoup de temps avant de reconnaître les conclusions scientifiques indépendantes qui sont contraires à leurs intérêts politiques ou économiques.

Dans le cas de l'uranium appauvri, nous abordons un sujet qui concerne à la fois l'armée et l'industrie. L'utilisation d'armes à l'uranium (notez que je ne parle pas d'armes à l'uranium *appauvri*) est, en outre, considérée comme ayant une utilité militaire. Tous les organismes chargés d'étudier les risques et engagés dans ces discussions sont financés principalement par les gouvernements ayant le plus investi, d'un point de vue politique, économique et militaire, dans les armes à l'uranium.

Les politiciens ne sont pas des experts scientifiques – ils ne le peuvent pas – mais ils sont de plus en plus souvent amenés à prendre des décisions fondées sur les conseils d'experts. Et ce sont eux, en fin de compte, qui auront à répondre, devant les peuples qu'ils représentent, des décisions prises. Mais quels experts faut-il écouter ? Le réseau PINCHE (Policy Information Network for Child Health and Environment) a examiné récemment la question de savoir à quel expert faire confiance s'agissant de l'hygiène du milieu. PINCHE estime que *aucune science n'est objective*. Par conséquent, dès qu'un agent environnemental suscite la controverse, pour trouver la vérité, il faut qu'un comité soit financé pour établir un rapport présentant les différents points de vue²⁶. Ce rapport devrait servir de base à une décision politique et être accessible au public si un jour des questions étaient soulevées.

Conclusions : ce qui reste, aussi improbable que cela paraisse

Si d'autres recherches prouvaient que les armes à l'uranium ont des effets dévastateurs majeurs sur la santé, cela aurait des conséquences considérables pour les gouvernements. Si elle était reconnue comme une arme capable d'empoisonner sans discrimination de nombreuses populations civiles, les gouvernements seraient obligés d'y renoncer et devraient retirer de leurs arsenaux une arme qu'ils jugent utile. S'il était avéré que des preuves scientifiques ont été sciemment ignorées, des gouvernements entiers pourraient être discrédités et peut-être même s'attendre à être poursuivis en justice par des particuliers, des groupes ou d'autres gouvernements.

Il existe peut-être même une question beaucoup plus importante qui pourrait avoir des répercussions plus graves encore que l'utilisation militaire de l'uranium. Si l'exposition à l'uranium provoque des altérations génétiques à de faibles doses, des décisions d'une importance nationale – comme la poursuite de l'utilisation de l'énergie nucléaire dans les réacteurs civils, les navires et les sous-marins, ainsi que des décisions de santé publique concernant la concentration de cancers près des sites nucléaires – sont prises sur la base d'un modèle de risque qui ne reflète pas les conséquences ou risques réels. Ce modèle doit être immédiatement révisé.

Les effets de l'uranium sur la santé ne sont qu'un aspect d'un problème plus grave encore. C'est tellement improbable que vous ne pouvez me croire sur parole. Nous devons examiner le problème ensemble.

Si l'exposition à l'uranium provoque des altérations génétiques à de faibles doses, des décisions d'une importance nationale sont prises sur la base d'un modèle de risque qui ne reflète pas les conséquences ou risques réels.

Notes

1. Final Report of the Depleted Uranium Oversight Board (DUOB), février, <www.duob.org> ou <www.mod.uk/defenceinternet/aboutdefence/corporatepublications/healthandsafetypublications/uranium/finalreportofthedepleteduraniumoversightboard.htm>.
2. *Information on the Economic and Social Consequences of the Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant, Submitted by the Delegations of the Union of Soviet Socialist Republics, the Byelorussian Soviet Socialist Republics and the Ukrainian Soviet Socialist Republics (sic)*, in document des Nations Unies A/45/342 – E/1990/102, 9 juillet 1990, p. 4.
3. Chris Busby, 1995, *Wings of Death: Nuclear Pollution and Human Health*, Aberystwyth, Green Audit ; Chris Busby, 2006, *Wolves of Water: A Study Constructed from Atomic Radiation, Morality, Epidemiology, Science, Bias, Philosophy and Death*. Aberystwyth, Green Audit.
4. Cette question est bien examinée dans le rapport de 2003 du European Committee on Radiation Risk: C. Busby et al., 2003, *2003 Recommendations of the European Committee on Radiation Risk—The Health Effects of Ionising Radiation Exposure at Low Doses and Low Dose Rates for Radiation Protection Purposes: Regulators' edition*, Bruxelles, European Committee on Radiation Risk.
5. C. Busby, 2005, « Depleted Uranium Weapons, Metal Particles and Radiation Dose », *European Biology and Bioelectromagnetics*, vol. 1, n° 1, p. 82 à 93 ; C. Busby et E. Schnug. 2007, « Advanced Biochemical and Biophysical Aspects of Uranium Contamination », in L.J. De Kok et E. Schnug (sous la direction de), *Loads and Fate of Fertilizer Derived Uranium*, Leiden, Backhuys Publishers.
6. C. Busby, 2001, « Health Risks Following Exposure to Aerosols Produced by the Use of Depleted Uranium Weapons », présentation lors de la conférence de *Res Publica* sur l'uranium appauvri, Prague, 24-25 novembre 2001, voir <www.greenaudit.org>.
7. *Seconda Relazione Della Commissione Istituita dal Ministro della Difesa sull' Incidenza di Neoplasie Maligne tra i Militari Impiegati in Bosnia e Kosovo* [en italien], 28 mai 2001, Rome, Ministère de la défense.
8. Voir, par exemple, E. Goncalves, 2001, « The Secret Nuclear War », *The Ecologist*.
9. Cela figure dans les notes des réunions du Conseil de surveillance de l'uranium appauvri (DUOB) disponibles auprès de l'auteur.
10. Les rapports annuels concernant la qualité de l'eau du Département de l'eau et de l'énergie de Los Angeles sont disponibles sur leur site, <www.ladwp.com/ladwp/cms/ladwp001965.jsp>.

11. Chris Busby et Saoirse Morgan, 2006, « Did the Use of Uranium Weapons in Gulf War 2 Result in Contamination of Europe? », *European Biology and Bioelectromagnetics*, vol. 1, n° 5, p. 650 à 668.
12. Il était important, d'un point de vue juridique, de présenter ces preuves, même si elles devaient être rejetées par ces comités. Les responsables gouvernementaux ne pourront pas, à l'avenir, invoquer l'argument de l'ignorance pour se défendre.
13. Royal Society, 2001, *The Health Hazards of Depleted Uranium Munitions: Part I*, Londres ; Royal Society, 2002, *The Health Hazards of Depleted Uranium Munitions: Part II*, Londres.
14. L'auteur a représenté les vétérans et Low Level Radiation Campaign au sein du DUOB, voir <www.llrc.org>. Final Report of the Depleted Uranium Oversight Board, op. cit.
15. J.F. Hainfeld et al., 2004, « The Use of Gold Nanoparticles to Enhance Radiotherapy in Mice », *Physics in Medicine and Biology*, vol. 49, n° 18, p. N309 à N315.
16. Département de la défense des Etats-Unis d'Amérique, *Information Paper: Depleted Uranium Environmental and Medical Surveillance in the Balkans*, dernière mise à jour le 25 octobre 2001 ; voir aussi les informations sur l'uranium appauvri disponible sur le site de l'OTAN, <www.nato.int/du/home.htm>.
17. Voir A. Durakovic, 2005, « The Quantitative Analysis of Uranium Isotopes in the Urine of the Civilian Population of Eastern Afghanistan after Operation Enduring Freedom », *Military Medicine*, vol. 170, n° 4, p. 277 à 284.
18. Voir l'article de Dai Williams dans ce numéro du *Forum du désarmement*.
19. Le DUOB a demandé, en mon nom, ces données auprès du Ministère de la défense et a inclus mon analyse dans son rapport final.
20. C. Busby et D. Williams, 2006, *Evidence of Enriched Uranium in Guided Weapons Employed by the Israeli Military in Lebanon in July 2006: Preliminary Note*, Green Audit Research Note 6/2006, Aberystwyth, Green Audit.
21. M.A. Kobeissi, « A Study on the Presence of Depleted and Enriched Uranium Used by Israeli Bombardments on Lebanon during the July/August Conflict 2006 », présentation à la Fondazione Internazionale Lelio e Lisli Basso Issoco, 28 mars 2008, <www.internazionaleleliobasso.it/public/contributi/Kobeissi_Italy_Lecture2008.pdf>.
22. UNEP, 2007, *Lebanon: Post-conflict Environmental Assessment*, Nairobi, <www.unep.org/pdf/Lebanon_PCOB_Report.pdf>, p. 151 et 159.
23. Voir « Khiam Southern Lebanon: A Bomb's Anatomy », documentaire de Flaviano Masella, Angelo Saso et Maurizio Torrealta, *Rainews24*, 9 novembre 2006, <www.rainews24.rai.it/ran24/inchieste/09112006_bomba_ing.asp>. Je ne suis pas en mesure de commenter la faisabilité d'une telle arme de fusion, mais des entretiens avec des physiciens laissent penser que c'est possible.
24. M. Scott Cato et al., 2000, *I Don't Know Much about Science: Political Decision-Making Involving Science and Technology*, Aberystwyth, Green Audit.
25. C. Rudén, 2003, « Science and Transcience in Carcinogen Risk Assessment—The European Union Regulatory Process for Trichloroethylene », *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B: Critical Reviews*, vol. 6, n° 3, p. 257 à 278.
26. P. Van den Hazel et al., 2006, « Policy and Science in Children's Health and Environment: Recommendations from the PINCHE Project », *Acta Paediatrica*, vol. 95, n° 453, supplément, p. 114 à 119.

Identifier les armes à l'uranium de troisième génération

Dai WILLIAMS

L'uranium est un métal lourd ; il est intéressant pour les armes nucléaires et d'autres armes en raison de certaines propriétés qui en font aussi une menace génotoxique.

- Isotopes radioactifs : l'uranium naturel contient des isotopes radioactifs de niveaux d'énergie différents, principalement l'uranium 238 (99,28%), l'uranium 235 (0,71%) et l'uranium 234 (0,005%). La désintégration radioactive, la combustion et les réactions nucléaires génèrent des produits de filiation, un rayonnement thermique et un rayonnement ionisant (alpha, bêta et gamma). Les particules alpha de courte portée sont très puissantes et génotoxiques ; elles peuvent provoquer des altérations chromosomiques mutagènes et carcinogènes.
- Forte densité : la densité de l'uranium est de 19g/cm^3 . Elle équivaut à celle du tungstène et de l'or, à 1,7 fois celle du plomb et à 2,4 fois celle du fer. L'uranium peut accroître l'énergie cinétique d'une arme pour frapper des chars et des abris fortifiés.
- Puissance élevée : l'uranium donne des alliages très durs avec certains métaux (par exemple, le titane, le niobium ou le cobalt). Ces alliages peuvent servir pour du blindage défensif, pour des pénétrateurs perforants ou des ogives puissantes.
- Niveau peu élevé du point de fusion : 1132°C , soit moitié moins que celui du tungstène. L'uranium peut ainsi être utilisé comme revêtement pour les charges creuses. Lorsqu'ils sont lancés, ces revêtements fondent et se transforment en un jet concentré de métal liquide extrêmement rapide qui brûle et transperce le métal ou la roche.
- Pyrophorique : l'uranium brûle dans l'air. Il peut ainsi provoquer des températures allant jusqu'à $5\,000^\circ\text{C}$ (contre 900°C pour le phosphore, $1\,300^\circ\text{C}$ pour le napalm et $2\,500^\circ\text{C}$ pour la thermite)¹.
- Diffusion ultrafine : en brûlant, l'uranium se transforme en poussière noire ou aérosol, principalement des oxydes insolubles. En raison de la taille minuscule des particules, la contamination est très importante ; les particules se retrouvent en suspension dans l'air à cause du soleil, des véhicules ou du vent.
- Toxicité : la poussière d'uranium est toxique, elle peut provoquer de graves irritations de la peau et des poumons et abîmer les reins. De fortes doses peuvent entraîner, en quelques jours, une insuffisance rénale².

Dai Williams est psychologue du travail et chercheur indépendant au Royaume-Uni. Il établit des relations entre les données de spécialistes et de sources vérifiées concernant divers aspects (techniques, combat, santé et environnement) des armes soupçonnées de contenir de l'uranium.

Le contexte stratégique et les armes à l'uranium connues

La première génération d'armes à l'uranium utilisait le potentiel de fission de l'uranium 235 dans l'uranium enrichi pour créer des armes nucléaires. La contamination mondiale liée aux retombées radioactives commencée en 1945 s'est poursuivie jusqu'en 1996 avec plus de 500 essais nucléaires dans l'atmosphère³. Les ogives nucléaires utilisent principalement de l'uranium appauvri, de l'uranium fortement enrichi et du plutonium. Les essais nucléaires ont ajouté aux sources de rayonnement naturel, présentes dans le sol et les océans, plusieurs centaines de tonnes d'uranium et d'oxydes ainsi que des produits de fission émettant un rayonnement gamma.

En raison des horreurs de l'utilisation des armes nucléaires pendant la deuxième guerre mondiale, ces armes sont une priorité de la maîtrise des armements. Les armes nucléaires furent définies comme des armes de destruction massive (ADM). En 1968, le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires fut signé ; c'était le début du régime de non-prolifération. Les craintes concernant les effets sur la santé des retombées radioactives conduisirent au Traité d'interdiction partielle des essais nucléaires de 1963, mais les essais se poursuivirent avec des conséquences sanitaires mondiales. Le Traité d'interdiction complète des essais nucléaires fut signé en 1996, mais il n'est pas encore entré en vigueur.

Depuis les années 1970, une deuxième génération d'armes à l'uranium a été mise au point ; elle utilise les propriétés de non-fission de l'uranium. L'uranium appauvri (un sous-produit du processus d'enrichissement) est utilisé pour créer des alliages denses résistants pour le blindage des chars et pour des munitions antichars. Ces pénétrateurs solides à l'uranium appauvri transpercent le blindage et se fragmentent à l'intérieur de la cible en petites particules qui provoquent une explosion incendiaire d'une température très élevée. En 1991, 286 tonnes de munitions à l'uranium appauvri furent utilisées pendant la première guerre du Golfe ; 3 tonnes furent utilisées en Bosnie en 1994-1995 ; 11 tonnes au Kosovo et en Serbie en 1999 ; et plus de 75 tonnes en Iraq en 2003. Au total, on sait que plus de 375 tonnes ont été utilisées depuis 1990⁴.

Les pénétrateurs qui frappent leurs cibles et prennent feu provoquent une contamination de poussières d'oxyde d'uranium en suspension ; quant à ceux qui ne brûlent pas, ils contaminent les sols et les eaux souterraines. Les rapports officiels de l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN)⁵ et ceux destinés aux gouvernements et à l'armée au Royaume-Uni⁶, aux États-Unis⁷ et en Europe⁸ minimisent systématiquement les risques radiologiques que représentent les armes à l'uranium appauvri pour la santé. Les problèmes de santé graves qui touchent les civils dans les zones de conflits récents (Bosnie, Iraq) et les maladies connues sous le nom de syndrome de la guerre du Golfe des vétérans de la première guerre du Golfe suscitent une grande inquiétude⁹. Tout cela a conduit à des études comme celles du Programme des Nations Unies pour l'environnement ou les analyses d'urine d'anciens combattants effectuées par le Conseil de surveillance de l'uranium appauvri au Royaume-Uni, mais aucune analyse officielle n'a été menée sur les populations civiles en zones de conflit. Presque toutes les études menées consistent en des analyses ou des tests portant sur l'uranium appauvri.

L'inquiétude croissante s'agissant des armes à l'uranium appauvri suscite peu à peu une certaine réaction de la communauté internationale : le Parlement européen a voté, en 2001, 2003 et 2008, pour un moratoire sur les munitions à l'uranium appauvri¹⁰. En octobre 2007, une résolution de l'Assemblée générale des Nations Unies priait le Secrétaire général de présenter un rapport sur la question des « Effets de l'utilisation d'armes et de munitions contenant de l'uranium appauvri » à la soixante-troisième session de l'Assemblée générale¹¹. Les récentes résolutions de l'Union européenne et des Nations Unies portent sur l'emploi d'uranium appauvri ce qui exclut toute autre arme à l'uranium non nucléaire. Cette restriction du débat et des essais scientifiques sur les armes à l'uranium appauvri exclut des priorités de la maîtrise des armements des armes à l'uranium tenues secrètes qui sont

mises au point pour répondre à de récentes préoccupations stratégiques comme les armes guidées perfectionnées avec de l'uranium non appauvri.

Des ogives et des armes perfectionnées

Les risques des années 1980 et 1990 de guerre de chars de grande ampleur et les menaces que représentaient les armes chimiques et biologiques expliquent la volonté de perfectionner toute une série d'armes classiques. Il s'agissait notamment de revoir les missiles de croisière nucléaires AGM-86 pour les équiper d'ogives non nucléaires¹², et de mettre au point de nouvelles bombes et têtes de missiles pour frapper des cibles durcies ou profondément enterrées ; certaines permettent de brûler des agents de guerre biologique ou chimique et ont des effets antipersonnel. Le Plan de 1997 de l'armée de l'air des États-Unis prévoyait neuf modernisations de bombes et de missiles avec des ogives en « métal dense »¹³. La possibilité que ces ogives en métal dense utilisent de l'uranium (ou de l'uranium appauvri) pour sa forte densité et ses propriétés incendiaires fut avancée en 2001 pour expliquer des anomalies de rayonnement dans les Balkans¹⁴. Selon le site web Jane's, certaines armes guidées utilisaient de l'uranium appauvri pour accroître leur capacité de pénétration¹⁵.

L'uranium présente d'autres avantages avec ses propriétés incendiaires et ses capacités de pénétration.

Les données concernant ces ogives sont accessibles sur les sites web de recherche militaire et des fabricants¹⁶, mais les métaux à forte densité utilisés sont tenus secrets. Trois technologies d'ogives classiques peuvent être perfectionnées avec de l'uranium : le revêtement des charges creuses des ogives et des sous-munitions peut être en uranium ; les têtes de missiles ou de bombes pour cibles durcies peuvent se servir d'uranium comme lest ou dans leurs enveloppes ; les explosifs thermodinamiques avec un métal très dense et réactif peuvent utiliser les propriétés pyrophoriques de l'uranium. Si les alliages de tungstène sont aussi résistants et denses, l'uranium présente d'autres avantages avec ses propriétés incendiaires et ses capacités de pénétration.

DES OGIVES À CHARGE CREUSE PERFECTIONNÉES À L'URANIUM

Dans les années 1980, des missiles antichars très puissants et complexes furent mis au point, et notamment de petites armes guidées avec des charges en tandem (qui explosent au moins deux fois), certaines utilisant des charges creuses. Des armes guidées à courte portée furent mises au point pour pouvoir utiliser diverses ogives à charge creuse contre de nombreuses cibles tactiques, comme des chars, des véhicules et des abris fortifiés. La technologie des charges creuses est désormais très utilisée pour les armes modernes comme les mines terrestres, les charges de démolition et les sous-munitions jusqu'à des ogives avancées utilisées pour atteindre des cibles durcies.

Des éléments montrent que de l'uranium a été utilisé dans des ogives à charge creuse. Des recherches civiles menées dans les années 1980 sur les charges creuses pour le forage de puits de pétrole ont montré que la pénétration était cinq fois plus importante lorsque le revêtement de cuivre des charges creuses était remplacé par de l'uranium¹⁷. Le site web du Ministère de la défense du Royaume-Uni a signalé que des recherches anglo-françaises avaient porté en 1999 sur des charges militaires en tandem avec un revêtement d'uranium appauvri¹⁸. Des armes à charge creuse améliorées (à en juger d'après les lettres ajoutées à leurs noms, comme dans le cas de l'AGM-65G) furent déployées, lors de la première guerre du Golfe, dans des missiles TOW, Hellfire et dans plus de 5 000 missiles Maverick¹⁹. Ces systèmes furent utilisés aussi dans les Balkans en 1995 et 1999, ainsi qu'en Afghanistan, en Iraq et au Liban²⁰. L'on ne sait pas combien ont utilisé, ou utilisent, d'ogives perfectionnées à l'uranium, ni les niveaux de contamination qu'elles ont provoqués car le revêtement d'uranium a brûlé ou s'est transformé en fine poussière d'oxyde. Des inspections des cibles visées et

des sites de fabrication d'armes ainsi que des tests sur les personnes touchées sont nécessaires pour établir dans quelle mesure des revêtements ou des enveloppes d'uranium sont utilisés dans des armes à charge creuse.

DE L'URANIUM COMME LEST DANS LES OGIVES POUR CIBLES DURCIES

Des bombes antibunker ont été mises au point en raison de la crainte que des ADM puissent être dissimulées dans des abris fortifiés ou profondément enfouies dans des tunnels ou des grottes. La bombe antibunker GBU-28 fut testée pour la première fois au combat en 1991, en Iraq²¹. Ces armes sont généralement beaucoup plus lourdes que celles qui utilisent des charges creuses. Elles servent à lancer des frappes en profondeur sur de plus grosses cibles.

Le Plan de 1997 de l'armée de l'air des États-Unis et le programme *Hard and Deeply Buried Target Defeat System* définissaient une nouvelle génération d'armes guidées avec des ogives à courte et moyenne portées pouvant transpercer jusqu'à 5 mètres de béton armé ou 20 mètres de terrain²². Ces ogives pèsent entre 100 kg et 9 000 kg. Elles sont toutes destinées à doubler l'effet de pénétration des armes précédentes avec des ogives de diamètre inférieur en remplaçant le lest ou les enveloppes en acier par du métal très dense. Certaines sont aussi destinées à mettre en échec les agents de guerre chimique et biologique de l'adversaire.

Ces ogives sont de taille standard et compatibles avec les armes et plateformes existantes. Associées à des lasers intelligents ou au guidage satellite, elles deviennent des bombes guidées, par exemple JDAM ou Paveway. Certaines ogives peuvent être lancées par des missiles air-sol ou des missiles à lanceur naval. Des projets de perfectionnement prévoient de convertir les missiles de croisière Tomahawk et les missiles de croisière à lanceur aérien pour qu'ils puissent emporter, au lieu d'ogives nucléaires tactiques, de nouvelles ogives dites *Advanced Unitary Penetrator* pour frapper des cibles durcies²³. La plupart des ogives définies dans le Plan de 1997 de l'armée de l'air des États-Unis sont devenues opérationnelles entre 1999 et 2003 à l'exception de la *Direct Strike Hard Target Weapon* (DSHTW) qui fait plus de 9 000 kg²⁴.

Des brevets américains publiés entre 1999 et 2002, y compris un concernant l'ogive BLU-109 de 900 kilos, confirment que le « métal lourd » mentionné dans le Plan de l'armée de l'air des États-Unis pour améliorer les ogives destinées à frapper des cibles durcies pourrait être le tungstène ou l'uranium²⁵. En novembre 2001, le Gouvernement britannique a déclaré que l'uranium appauvri n'était pas assez dur pour être utilisé dans des bombes guidées, mais que le titane était envisageable²⁶. Les nouvelles technologies étant mieux connues, l'intérêt d'utiliser l'uranium dans des ogives pour des cibles durcies en raison de sa forte densité, de ses alliages puissants et des températures élevées qu'il produit se précise toutefois.

Une analyse est parue en 1999 sur les effets probables de systèmes d'armes soupçonnés par certains d'avoir été utilisés dans les Balkans équipés d'ogives à l'uranium appauvri (Tomahawk, BLU-109/B, GBU-28 Bunker Buster, BLU-107 Durandal, AGM-114 Hellfire et des munitions incendiaires perforantes)²⁷. Selon les hypothèses les plus pessimistes, avec 400 kg d'uranium appauvri dans les ogives des missiles Tomahawk et 651 kg dans les BLU-109/B, des attaques utilisant 1 000 unités de chaque pouvaient représenter 1 000 tonnes d'uranium appauvri, dont au moins 200 tonnes pourraient être inhalées. L'étude ne portait que sur l'emploi d'uranium appauvri car à l'époque l'on ne soupçonnait pas que les armes pouvaient utiliser une autre forme d'uranium, mais il se peut qu'elles aient utilisé de l'uranium non appauvri. Cela pourrait expliquer les niveaux accrus de poussières d'uranium constatés à l'époque par les pays voisins (voir ci-après).

ARMES THERMOBARIQUES ET EXPLOSIFS PERFECTIONNÉS À L'URANIUM

Les armes thermobariques explosent à des températures très élevées et provoquent un effet de souffle qui étouffe les êtres humains présents dans la zone (lorsqu'il ne les calcine pas)²⁸. Des alliages d'uranium peuvent être conçus pour produire du lest ou des enveloppes de bombes capables d'éclater et de produire des températures très élevées ; les armes classiques ainsi perfectionnées provoquent un effet de souffle avec une boule de feu et des fragments d'uranium brûlant. Des vidéos filmées en Iraq et au Liban montrent des explosions avec de tels effets²⁹.

En mars 2002, une ogive thermobarique fut utilisée contre des cibles souterraines en Afghanistan. Dénommée BLU-118/B, elle utilise les nouvelles enveloppes très denses des BLU-116³⁰. Le GBU-28 a été amélioré avec le BLU-122 – une autre ogive en métal dense avec une nouvelle tête explosive – pour devenir une bombe antibunker perfectionnée, EGBU-28 ou EGBU-37. Des explosifs thermobariques et très denses ont aussi été adaptés pour de plus petites armes guidées, comme le AGM-114N *Metal Augmented Charge Thermobaric Hellfire* et l'engin tiré à l'épaule *SMAW-Novel Explosive* utilisés à Fallujah³¹.

Un examen de brevets américains laisse apparaître une autre évolution inquiétante : le *Dense Inert Metal Explosive* (DIME), qui utilise officiellement de la poudre de tungstène³². Concrètement, les alliages d'uranium et de tungstène pourraient être interchangeables. Si les personnes touchées par l'explosif DIME souffrent de graves brûlures ou de blessures de shrapnel brûlant, la question se pose de savoir si de l'uranium est ajouté ou utilisé pour obtenir un explosif de haute densité plus réactif.

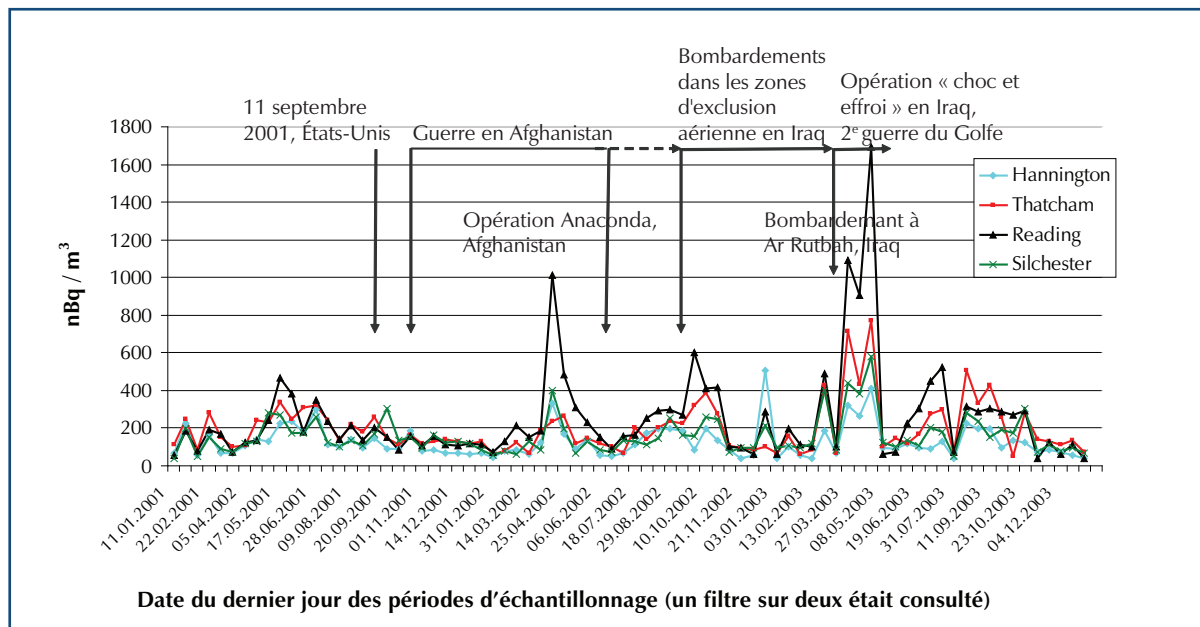
L'utilisation d'uranium lors de conflits récents

Depuis l'accident de Tchernobyl en 1986, de nombreux pays disposent de systèmes de surveillance du rayonnement en suspension. En mai 1999, des scientifiques de l'ex-République yougoslave de Macédoine ont détecté une multiplication par 8 des taux d'uranium en suspension dans l'air peu après le début des bombardements américains dans les Balkans³³. Lors du bombardement de Belgrade, Kerekes *et al.* ont constaté, dans le sud de la Hongrie, une multiplication par 14 des poussières d'uranium en suspension (des particules de moins de 2 μ m, avec des rapports presque normaux uranium 235/ uranium 238 non appauvri)³⁴. Kerekes *et al.* ont effectué des tests portant sur l'uranium appauvri. Ils ont conclu que ce qu'ils avaient détecté était de l'uranium naturel qui se trouvait dans le sol avant le bombardement, une explication rapportée par la Royal Society britannique en 2002³⁵.

Le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) a effectué en 2000 une évaluation de l'environnement pour déterminer la contamination à l'uranium appauvri dans les Balkans. Le PNUE avait reçu de l'OTAN les données nécessaires concernant les quantités d'uranium appauvri utilisées et les lieux de ces emplois (cela avait été demandé par le Secrétaire général de l'ONU en octobre 1999). L'OTAN a déclaré que ses forces avaient utilisé, en 1999, 30 000 munitions à l'uranium appauvri (soit 10 tonnes) sur une centaine de sites dans les Balkans³⁶. Le PNUE n'a pas effectué de tests sur les cibles touchées par des bombes ou des missiles : il étudiait les cas d'utilisation connue d'uranium appauvri. Le PNUE a publié son rapport en janvier 2001 indiquant qu'aucune contamination n'avait été détectée à plus de 10 ou 20 mètres des cibles ayant été touchées par de l'uranium appauvri³⁷. Cela représentait une anomalie considérable vu l'uranium détecté en Hongrie et dans l'ex-République yougoslave de Macédoine. La contamination sur 20 mètres à l'uranium appauvri par des obus tirés par des A10 n'explique pas pourquoi de la poussière d'uranium est détectée dans l'air à deux endroits distants de 150 km.

Sur les 12 000 armes guidées utilisées en Afghanistan entre octobre 2001 et juin 2002, un grand nombre visaient des lieux soupçonnés d'abriter des grottes ou des bunkers et par conséquent

Figure 1. L'uranium dans les filtres des échantillonneurs d'air de l'Établissement des armes atomiques, Royaume-Uni



Source : D'après C. Busby et S. Morgan, 2006, *Did the Use of Uranium Weapons in Gulf War 2 Result in Contamination of Europe? Evidence from the Measurements of the Atomic Weapons Establishment, Aldermaston, Royaume-Uni, Aberystwyth, Green Audit.*

beaucoup employaient des ogives pour cible durcies. Les soupçons concernant l'utilisation d'uranium dans ces ogives étaient difficiles à vérifier : le Royaume-Uni et les États-Unis ayant affirmé n'avoir pas utilisé d'armes contenant de l'uranium appauvri, l'évaluation réalisée par le PNUE en Afghanistan après le conflit ne prévoyait pas de test sur l'uranium.

Les soupçons persistaient et dès 2002 des enquêtes techniques indépendantes portant sur de nouvelles armes à l'uranium ont commencé. Le Centre de recherche médicale sur l'uranium (UMRC), au Canada, a organisé deux missions en Afghanistan en 2002 et une en Iraq en 2003. Le Centre a prélevé des échantillons d'urine sur les populations civiles des zones bombardées près de Jalalabad. Ils ne contenaient pas d'uranium appauvri mais des niveaux très élevés d'uranium non appauvri (80-400ng/l, alors que le taux normal dans la population du Royaume-Uni est de 5 ng/l)³⁸.

En 2004, Chris Busby a constaté, d'après les prélèvements d'air effectués entre 1998 et 2003 à l'Établissement des armes atomiques (AWE) du Royaume-Uni, à Aldermaston, une augmentation considérable des poussières d'uranium en suspension dans l'air moins de deux semaines après les bombardements de Bagdad (voir Figure 1). Cela correspondait à la trajectoire des vents de l'Iraq jusqu'au Royaume-Uni déduite du système de modélisation de l'Administration nationale des océans et de l'atmosphère des États-Unis (NOAA). J'ai fait d'autres tests sur la base des données de la NOAA et constaté un lien entre d'autres pics d'uranium relevés à l'Établissement des armes atomiques à Aldermaston et l'Opération Anaconda en Afghanistan (mars 2002) et des frappes aériennes sur Ar Rutbah, en Iraq (5-10 mars 2003).

DE MULTIPLES TESTS DÉMONTRENT LA CONTAMINATION À L'URANIUM AU LIBAN

Lors du conflit de 2006 qui opposa le Hezbollah et Israël dans le Sud-Liban, des explosions inhabituelles et des blessures extrêmes ont conduit les communautés libanaises, les médias et des organisations non gouvernementales à se demander si Israël utilisait des armes à l'uranium appauvri ou d'autres nouvelles armes. Le Conseil des droits de l'homme de l'ONU vota pour qu'une enquête soit menée sur l'utilisation soupçonnée d'armes à l'uranium appauvri ou d'autres armes illégales dans le conflit. Le rapport de cette enquête a été remis en novembre 2006³⁹.

Je me suis rendu au Liban en septembre et novembre 2006 et j'ai rencontré un physicien libanais, M. A. Kobeissi. J'étais présent lorsqu'il a constaté un rayonnement de 726nSv dans le cratère A, à Khiam. J'ai prélevé des échantillons de sol et d'eau à Khiam et, dans le sud de Beyrouth, des échantillons d'eau, de poussières et d'urine ainsi que le filtre à air d'une ambulance. Ils furent analysés par Chris Busby à Green Audit, par les laboratoires Harwell au Royaume-Uni et par le laboratoire de l'École des sciences océanographiques de l'University of Wales. Deux échantillons contenaient de forts taux d'uranium non appauvri et quatre contenaient de l'uranium faiblement enrichi⁴⁰. Kobeissi poursuivit ses recherches en 2007. Quinze échantillons d'urine prélevés à Beyrouth furent testés : deux contenaient de l'uranium faiblement enrichi et un niveau élevé d'uranium non appauvri⁴¹.

La première étude post-conflit menée par le PNUE au Liban, en octobre 2006, concernait 32 sites mais ne portait que sur la présence d'uranium appauvri. Tous les tests furent négatifs. Nous avons rencontré le personnel du PNUE à Genève et sommes retournés au Liban pour tester à nouveau les cratères à Khiam, le 21 novembre. Le PNUE n'a pas effectué de tests dans le cratère B, où j'ai prélevé des échantillons de sol et d'eau contenant de l'uranium faiblement enrichi. Les résultats des tests du PNUE sur les échantillons de sol du cratère A correspondaient à ceux de Kobeissi ; ils indiquaient des niveaux moyens et élevés d'uranium non appauvri (26-52mg/kg, alors qu'un taux normal est d'environ 2-3mg/kg). Les déclarations et le rapport final du PNUE reflètent les résultats de sa première étude, des prélèvements par frottis qui ne portaient que sur l'uranium appauvri⁴². Les résultats plus précis des tests du PNUE sur des échantillons de sol sont disponibles sur son site web⁴³.

Les niveaux et les rapports isotopiques de la contamination à l'uranium permettent de faire la distinction entre les sources qui sont naturelles et les autres. Les résultats des différents tests disponibles sur le Liban – ceux du PNUE, de Kobeissi et de Busby/Williams – laissent à penser que deux types d'armes ont été utilisés, certaines contenant de l'uranium non appauvri (cratère A, à Khiam) et d'autres contenant de l'uranium faiblement enrichi (cratère B, à Khiam) ; les deux types de contaminations ont été relevés à Beyrouth.

Depuis 2002, plusieurs chercheurs indépendants s'intéressent à la question des armes à l'uranium ; ils ont réuni des rapports sur les combats et la contamination à l'uranium et des résultats de tests ; il serait intéressant de réunir ces informations pour constituer une ressource précieuse de métadonnées. D'aucuns ont proposé que l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) dispose d'une banque de données internationale sur les explosifs nucléaires qui permettrait d'identifier la source des matières nucléaires après une explosion⁴⁴. Il faudrait quelque chose de similaire pour les sources d'uranium non fissiles, les armes et les incidents de contamination. Cela permettrait d'avoir une meilleure idée de la mise au point et de l'utilisation éventuelles de nouvelles armes et de leurs effets.

LES RAPPORTS SUR LES BLESSÉS ET VICTIMES

Les conflits sont l'occasion de tester au combat des prototypes et de nouvelles armes. Les premiers signes de l'emploi de nouvelles armes sont généralement des morts, des blessures ou des destructions inhabituelles signalées dans les rapports de combat. Ces éléments ne peuvent être des preuves

Les premiers signes de l'emploi de nouvelles armes sont généralement des morts, des blessures ou des destructions inhabituelles signalées dans les rapports de combat.

juridiques ou scientifiques mais ils alertent de l'emploi éventuel d'armes nouvelles et inconnues ou d'armes interdites et signalent la nécessité d'une vigilance opérationnelle et d'enquêtes techniques.

Des morts et des blessures avec des brûlures extrêmes indiquent l'utilisation d'armes à très fortes températures. En 1945, les températures des armes nucléaires utilisées au Japon ont calciné les victimes. En 1991, en Iraq, les personnes touchées dans des chars ou d'autres véhicules par des munitions à l'uranium appauvri de deuxième génération furent carbonisées ; des civils qui se trouvaient dans l'abri d'Al Amiriya à Bagdad ont été carbonisés par l'explosion d'une bombe ou d'un missile. En 2001, des troupes américaines bombardées accidentellement en Afghanistan souffrirent de brûlures extrêmes. En 2003, des troupes iraqiennes à l'aéroport de Bagdad furent victimes de graves brûlures d'un côté mais pas de l'autre. Un enfant qui se trouvait près de Bagdad, et qui avait été en partie protégé par un mur, a survécu à des brûlures extrêmes qui avaient carbonisé son torse et ses membres exposés. Cela témoignait d'une brûlure par exposition brève à un rayonnement thermique très élevé. À Fallujah (Iraq), en 2004⁴⁵, et au Liban, en 2006, d'autres victimes de brûlures extrêmes furent signalées⁴⁶.

Depuis 2001, des rapports ont signalé de temps à autre, en Afghanistan et au Liban, le cas de personnes mortes sur le coup ou en moins de 24 heures, sans blessures apparentes, parfois couvertes d'une poussière noire ; certaines furent atteintes de vomissements graves ou d'hémorragie interne⁴⁷. Le personnel médical civil ne sait pas que ces différents signes correspondent aux effets des nouvelles armes thermobariques.

LES RÉCITS DE TÉMOINS OCULAIRES ET DES MÉDIAS CONCERNANT LES EXPLOSIONS

Les photographies et reportages télévisés des situations de combat sont une source d'images sur le souffle, les explosions ainsi que la taille, la couleur et la diffusion du panache que provoque une explosion. Ils indiquent aussi divers effets comme la taille du cratère, la profondeur de pénétration et les dégâts provoqués par le souffle de l'explosion. Le personnel militaire peut reconnaître la plupart des types d'explosions, de panaches et de cratères, et dire quelles armes les ont provoqués. Certains journalistes et équipes d'information sont aussi des observateurs compétents pour analyser les effets des armes et les victimes qu'elles font dans les zones de combat ; ils réunissent les témoignages de témoins oculaires et des données scientifiques ou photographiques pour informer l'opinion⁴⁸.

Des photos prises à Bagdad en 2003 et à Beyrouth en 2006 (vois ci-dessus) montrent toutes des explosions avec un flash blanc brillant (plus vif qu'un éclair) suivi d'une grosse boule de feu (pouvant mesurer jusqu'à 50 mètres de diamètre). Des fragments sont projetés à environ 100 ou 200 mètres de la cible, parfois plus ; c'est le signe d'un métal pyrophorique très dense. Les photos d'explosions au Liban en 2006 montrent souvent deux explosions sur les cibles, une forte explosion et une boule de feu. Les témoins qui se trouvaient à plusieurs centaines de mètres des cibles ont parlé d'explosions « silencieuses » et d'une brève asphyxie, « comme si l'oxygène avait disparu ». De très grosses bombes incendiaires semblent être utilisées fréquemment ; leur différence avec des explosifs brisants est évidente lorsque l'on observe des frappes combinées⁴⁹.

DES MORTS ET MALADIES INHABITUELLES

Les organisations régionales et internationales engagées dans des interventions d'urgence et de relèvement après les conflits doivent être attentives aux problèmes de santé inhabituels qui peuvent apparaître après une attaque. Il ne faut pas oublier non plus le personnel de maintien de la paix ni les coalitions qui pourraient être exposés, ainsi que les organismes d'intervention d'urgence, de santé

et de maîtrise des armements. Les rapports sanitaires des zones de combat sont vite oubliés en raison d'autres urgences. Ils peuvent néanmoins être les premiers éléments indiquant la contamination d'une communauté par de nouvelles armes et méritent d'être examinés.

Une forte exposition à des sources toxiques, biologiques ou radioactives peut être fatale en l'espace de quelques heures ou jours. Dans les situations chaotiques de conflit, le personnel médical capable d'évaluer la cause de la mort est généralement limité et les victimes sont souvent enterrées rapidement pour des raisons sanitaires, culturelles ou religieuses. Dans les zones isolées, les évaluations médicales des blessés les plus graves sont rares ; les témoignages de personnes ayant vu des morts inhabituelles sont donc essentiels pour tenter d'établir la cause de la mort.

Même dans des pays qui disposent de ressources importantes, comme le Royaume-Uni ou les États-Unis, des anomalies sanitaires touchant les troupes militaires peuvent n'être pas diagnostiquées, ni signalées ou être mal analysées. En 1991, des troupes américaines en Iraq ont signalé l'apparition de symptômes tels que nausées, mains et pieds engourdis, douleurs articulaires, faiblesses, etc. Ces symptômes étaient très répandus et touchaient aussi des non-combattants, comme des techniciens. En 2000, plusieurs personnes de l'OTAN qui venaient d'Italie et du Portugal sont mortes après leur déploiement post-conflit dans des zones des Balkans qui avaient été fortement bombardées⁵⁰. La plupart sont morts de lymphomes ou de leucémies fulgurantes ; des enquêtes confidentielles sont en cours.

En juillet 2003, un soldat américain fut évacué de Bagdad ; il souffrait d'une mystérieuse pneumonie non bactérienne après avoir transporté dans le désert la terre contaminée de cibles qui se trouvaient à Bagdad. Il est décédé trois jours plus tard d'une insuffisance rénale. Dix-neuf autres cas similaires ont été signalés⁵¹. Une grave irritation des poumons et des effets toxiques peuvent être le résultat d'une exposition à de grandes quantités de poussières d'oxyde d'uranium. Cette possibilité est reconnue dans le rapport de 2002 de la Royal Society du Royaume-Uni sur l'uranium appauvri. Comme les études portaient sur les emplois connus d'uranium au combat, l'on ne s'attendait pas à d'éventuelles expositions toxiques létales à l'uranium ou à l'uranium appauvri dans de grosses ogives⁵².

En Afghanistan, plusieurs morts et maladies inhabituelles furent signalées dans les régions des combats : les médecins ont déclaré que des décès survenus deux ou trois jours après les bombardements n'avaient pu être diagnostiqués et qu'ils étaient probablement dus à des armes non conventionnelles⁵³. En novembre 2001, le site web Alerte et action en cas d'épidémie et de pandémie de l'Organisation mondiale de la Santé a signalé une importante épidémie de leishmaniose dans la région de Kaboul. En février 2002, il signala 30 morts de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo en dehors de la saison habituelle⁵⁴. En avril 2003, la leishmaniose viscérale fut signalée dans le nord de l'Iraq peu après les bombardements ; il y eut aussi une épidémie de grippe dans l'ouest de l'Iran, dans la direction du vent des bombardements en Iraq. Il est peut-être naturel de chercher à expliquer les symptômes et les blessures par des causes « connues » ; les experts médicaux ne sont pas au courant d'éventuels effets de l'emploi de nouvelles armes. Ces explications sont toutefois peu convaincantes.

Certains problèmes de santé susceptibles d'être des effets retardés de l'emploi de certaines armes (trois à cinq ans ou plus après les attaques) ont été observés en Iraq dans le milieu des années 1990, en Bosnie à la fin des années 1990 et, plus récemment, en Afghanistan et à Fallujah, en Iraq. Les problèmes signalés sont de graves malformations congénitales, des leucémies, des lymphomes et toute une série de problèmes de santé chroniques ou mortels⁵⁵.

En Europe et en Amérique du Nord, les rapports publics détaillés concernant la mortalité et l'état de santé général du personnel militaire après les conflits sont rares. Les contrôles rigoureux de l'uranium sur les anciens combattants n'ont commencé au Royaume-Uni qu'après 2002, avec le projet du Conseil de surveillance de l'uranium appauvri (DUOB)⁵⁶. La plupart des soldats qui ont combattu

dans des zones que l'on sait ou soupçonne avoir été contaminées par de l'uranium n'ont pas fait l'objet de tests poussés pour évaluer la contamination à l'uranium. Il n'y a pas eu de contrôle systématique national des populations civiles présentes dans les zones de conflit récentes. À ce jour, les initiatives des civils et des anciens combattants impliqués dans la première guerre du Golfe pour connaître leurs problèmes de santé sur le long terme sont loin d'avoir abouti.

Conclusion

La poussière d'uranium non appauvri ne peut être repérée par des tests classiques sur le terrain ou en laboratoire. Elle n'indique pas de rayonnement gamma sur le terrain et donne un rapport isotopique presque normal dans les tests de laboratoire. C'est le moyen idéal pour dissimuler une contamination radiologique très importante car cela semble être de l'uranium naturel.

Si les interventions scientifiques et publiques récentes se limitent à l'uranium appauvri c'est surtout parce que c'est la seule forme d'uranium dont il a été reconnu qu'elle a été utilisée dans des armes. Toutefois, tant que l'on soupçonnera que de nouvelles armes contenant d'autres formes d'uranium sont mises au point et utilisées, les évaluations scientifiques de la santé des civils et des anciens combattants ainsi que les évaluations environnementales post-conflit devront tenir compte de l'emploi de diverses combinaisons d'isotopes d'uranium.

Cet article décrit des améliorations d'ogives envisagées voilà plus de dix ans. Si ces armes utilisent de l'uranium, le niveau de contamination pourrait être considérable. Quelles ont été les évolutions depuis ? La frontière entre les armes classiques, nucléaires et radiologiques est de plus en plus floue, sur le plan technique comme sur le plan juridique. En 2004, le Conseil consultatif du Secrétaire général de l'ONU pour les questions de désarmement a noté que :

Le régime de désarmement et de non-prolifération nucléaires ne traite pas des questions de la guerre et des armes radiologiques car il est strictement consacré aux armes nucléaires et aux matières fissiles. Il n'existe aucun instrument international dans le domaine des armes radiologiques⁵⁷.

Le conseil a recommandé que la Conférence du désarmement entame des négociations sur une convention pour l'interdiction des armes radiologiques. Un débat international ainsi que des études sanitaires et scientifiques plus larges sont nécessaires pour déterminer l'ampleur de la portée de la technologie des armes radiologiques, leur utilisation et les dangers qu'elles représentent pour les civils, les militaires et la contamination mondiale.

Notes

1. Température concernant l'uranium citée dans Theodore E. Liolios, 1999, « Assessing the Risk from the Depleted Uranium Weapons Used in Operation Allied Force », *Science & Global Security*, vol. 8, n° 2, p. 170 ; les autres températures sont variables, voir « Incendiary Weapons », *GlobalSecurity.org*, <www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/incendiary.htm> et Masahiro Hashimoto, *The Napalm Bomb, Testimony to the International War Crimes Tribunal*, Oslo, 1967, <www.vietnamese-american.org/b2.html>.
2. Royal Society, 2002, *The Health Hazards of Depleted Uranium Munitions: Part II*, Londres, p. 15 à 17.
3. Commission préparatoire de l'Organisation du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires, pas de date, *History of Nuclear Testing, Types of Nuclear Weapons Tests*, <www.ctbto.org/nuclear-testing>.
4. National Research Council, 2008, *Review of Toxicologic and Radiologic Risks to Military Personnel from Exposure to Depleted Uranium during and after Combat*, Washington, National Academies Press, les tableaux 1 à 4 fournissent des données sur l'utilisation d'uranium appauvri par les États-Unis.
5. Les données de l'OTAN concernant l'uranium appauvri sont disponibles à l'adresse <www.nato.int/du>.
6. Royal Society, 2001, *The Health Hazards of Depleted Uranium Munitions: Part I*, Londres .

7. Naomi H. Harley et al., 1999, *A Review of the Scientific Literature as It Pertains to Gulf War Illnesses. Volume 7: Depleted Uranium*, Santa Monica (Californie), RAND.
8. Science and Technology Options Assessment, 2001, *Depleted Uranium: Environmental and Health Effects in the Gulf War, Bosnia and Kosovo*, document STOA 100 EN.
9. Voir, par exemple, Depleted Uranium Education Project (sous la direction de), 1997, *Metal of Dishonor: How the Pentagon Radiates Soldiers and Civilians with DU Weapons*, New York, International Action Center.
10. Résolution du Parlement européen sur les conséquences de l'utilisation d'armes employant des munitions à l'uranium appauvri, 17 janvier 2001, Journal officiel C262, p. 167 à 169 ; Résolution du Parlement européen sur les dommages causés par les engins non explosés (mines terrestres et munitions des bombes à fragmentation) ainsi que par les munitions à l'uranium appauvri, 13 février 2003, document P5_TA(2003)0062 ; Résolution du Parlement européen du 22 mai 2008 sur les armes contenant de l'uranium (appauvri) et leurs effets sur la santé humaine et l'environnement : Vers une interdiction mondiale de l'usage de ces armes, document P6_TA(2008)0233.
11. Résolution 62/30 de l'Assemblée générale des Nations Unies du 5 décembre 2007, document des Nations Unies A/RES/62/30, 10 janvier 2008.
12. Boeing commença à modifier ces ogives en 1986, voir Boeing, *AGM-86B/C Air-launched Cruise Missile*, <www.boeing.com/history/boeing/alcm.html>.
13. Armée de l'air des États-Unis, *Air Combat Command Mission Area Plans*, Annex F: Common Solution/Concept List, Weapons Systems, dernière mise à jour septembre 1998, <fas.org/man/dod-101/usaf/docs/mast/annex_f/part26.htm>.
14. Dai Williams, janvier 2002, *Depleted Uranium Weapons 2001–2002: Mystery Metal Nightmare in Afghanistan*, p. 15 à 20, et 73 à 91 (en particulier le graphique p. 89), et p. 131, <www.eoslifework.co.uk/pdfs/DU012v12.pdf>.
15. Jane's Information Group, *Depleted Uranium—FAQs*, 8 janvier 2001, <www.janes.com/defence/news/jdw/jdw010108_1_n.shtml>.
16. Voir, par exemple, les sites web de Boeing et Lockheed Martin (www.boeing.com et www.lockheedmartin.com) pour les descriptions d'armes destinées à frapper des cibles durcies. Les sites de The Federation of American Scientists' Military Analysis Network et de GlobalSecurity.org sont aussi des sources très utiles.
17. « Conical shaped charge liner of depleted uranium », United States Patent 4441428, déposé le 11 janvier 1982, publié le 10 avril 1984, déposant Wilson.
18. Ministère de la défense du Royaume-Uni, 2002, *Proposal for a Research Programme on Depleted Uranium*, Appendix A, A.1, « DERA reports produced between 1 April 1995 and 18 May 2001 ».
19. Voir l'index des missiles américains sur le site de GlobalSecurity.org, <www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/missile.htm>.
20. Williams, janvier 2002, op. cit., Tableau 4, p. 131.
21. FAS Military Analysis Network, *Guided Bomb Unit-28 (GBU-28): BLU-113 Penetrator*, mis à jour le 22 février 1998, <www.fas.org/man/dod-101/sys/smart/gbu-28.htm>.
22. Armée de l'air des États-Unis, op. cit. ; pour des informations récentes sur le programme « Hard and Deeply Buried Target Defeat System », voir aussi RDT&E Budget Item Justification, février 2006 (PE 0604327N), <www.dtic.mil/descriptivesum/Y2007/Navy/0604327N.pdf>.
23. Voir Boeing, *AGM-86C/D Conventional Air-launched Cruise Missile (CALCM) Background*, août 2008, <www.boeing.com/defense-space/missiles/calcm/docs/CALCM_overview.pdf>; GlobalSecurity.org, *BGM-109 Tomahawk: Tomahawk Variants*, dernière mise à jour le 27 avril 2005, <www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/bgm-109-var.htm>.
24. Williams, janvier 2002, op. cit., Tableau 4, p. 131.
25. Brevet trouvé et décrit par David Hambling dans « The Heavy Metal Logic Bomb », *The Guardian*, 5 septembre 2002. Voir aussi Missile warhead design, United States Patent 5939662, déposé le 3 décembre 1997, publié le 17 août 1999, déposant Raytheon Company ; Shrouded aerial bomb, United States Patent 6389977, déposé le 25 mai 2000 (PCT déposé le 11 décembre 1997), publié le 21 mai 2002, déposant Lockheed Martin Corporation.
26. Lettre du député Lewis Moonie, Secrétaire d'État adjoint à la défense et ministre des anciens combattants, in Williams, 2002, op. cit., p. 52.
27. Liolios, op. cit.
28. Anna E. Wildegger-Gaissmaier, 2003, « Aspects of Thermobaric Weaponry », *ADF Health*, vol. 4, n° 1, p. 3 à 6.
29. CNN, « Shock and Awe bombing of Baghdad », mars 2003, <www.youtube.com/watch?v=3aEvzuA4f0c&feature=related> ; « New Israeli Strike 'kills 28' », *BBC News*, 4 août 2006, <news.bbc.co.uk/media/avdb/news_web/video/9012da68004cf50/bb/09012da68004d1e4_16x9_bb.ram>.
30. Jane's Information Group, *BLU-118B Thermobaric Warhead (United States)*, juin 2008, <www.janes.com/extracts/extract/jalw/jalw9169.html>.
31. « AGM-114N Metal Augmented Charge (MAC) Thermobaric Hellfire », *GlobalSecurity.org*, dernière mise à jour le 25 novembre 2005, <www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/agm-114n.htm> ; « SMAW Novel Explosive (SMAW-NE) », *GlobalSecurity.org*, dernière mise à jour le 7 avril 2008, <www.globalsecurity.org/military/systems/ground/smaw-ne.htm>.

32. Voir High density tungsten-loaded castable explosive, US Patent 5910638, déposé le 28 novembre 1997, publié le 8 juin 1999, déposant États-Unis d'Amérique, et d'autres cités dans Dai Williams, octobre 2002, *Uranium weapons 2001-2003: Hazards of Uranium weapons for Afghanistan and Iraq*, Tableaux A et B, <www.eoslifework.co.uk/pdfs/u25.pdf>.
33. Scott Peterson, 2000, « Depleted Uranium Haunts Kosovo and Iraq », *Middle East Report* 215.
34. A. Kerekes et al., 2001, « Did NATO Attacks in Yugoslavia Cause a Detectable Environmental Effect in Hungary? », *Health Physics*, vol. 80, n° 2, p. 177 et 178.
35. Royal Society, 2002, op. cit. p. 22.
36. « NATO Confirms to the United Nations Use of Depleted Uranium during the Kosovo Conflict », Communiqué de presse conjoint PNUE/ CNUEH (Habitat), 21 mars 2000.
37. PNUE, 2001, *Depleted Uranium in Kosovo: Post-conflict Environmental Assessment*, Genève.
38. A. Durakovic, 2005, « The Quantitative Analysis of Uranium Isotopes in the Urine of the Civilian Population of Eastern Afghanistan after Operation Enduring Freedom », *Military Medicine*, vol. 170, n° 4, p. 277 à 284.
39. Résolution S-2/1 adoptée lors de la session extraordinaire du Conseil des droits de l'homme, 11 août 2006 ; Conseil des droits de l'homme de l'ONU, *Application de la résolution 60/251 de l'Assemblée générale du 15 mars 2006 intitulée « Conseil des droits de l'homme » : Rapport de la Commission d'enquête sur le Liban établi conformément à la résolution S-2/1 du Conseil des droits de l'homme*, document des Nations Unies A/HRC/3/2, 23 novembre 2006, note 218.
40. C. Busby et D. Williams, 2006, *Evidence of Enriched Uranium in Guided Weapons Employed by the Israeli Military in Lebanon in July 2006: Preliminary Note*, research note 6/2006, Green Audit, <www.llrc.org/du/subtopic/lebanrept.pdf> ; C. Busby et D. Williams, 2006, *Further Evidence of Enriched Uranium in Guided Weapons Employed by the Israeli Military in Lebanon in July 2006: Ambulance Air Filter Analysis*, research note 7/2006, Green Audit, <www.llrc.org/du/subtopic/ambulance.pdf>.
41. M.A. Kobeissi, « A Study on the Presence of Depleted and Enriched Uranium Used by Israeli Bombardments on Lebanon during the July/August Conflict 2006 », présentation à la Fondazione Internazionale Lelio e Lisli Basso Issoco, 28 mars 2008, <www.internazionaleleliobasso.it/public/contributi/Kobeissi_Italy_Lecture2008.pdf>.
42. PNUE, 2007, *Lebanon: Post-conflict Environmental Assessment*, Genève, disponible à l'adresse <postconflict.unep.ch/index.php?prog=Lebanon>.
43. Spiez Laboratory, Test Report no NUC-2006-030A, « Determination of uranium isotopes and depleted uranium in soil samples from the Lebanon DU Assessment II, Kham », 29 novembre 2006, <postconflict.unep.ch/lebanonreport/Weapons%20team/Mission%20II%20-%20Nov%202006/TR-06030A.doc>.
44. M. May et J. Davis, 2006, « Preparing for the Worst », *Nature*, vol. 443, octobre, p. 907 et 908.
45. « The Fog of War: White Phosphorus, Fallujah and Some Burning Questions », *The Independent*, 15 novembre 2005.
46. Dai Williams, septembre 2006, *Eos Weapons Study in Lebanon, September 2006: Interim Report*, p. 20 et 21, <www.eoslifework.co.uk/pdfs/u26leb19oct.pdf>.
47. Williams, janvier 2002, op. cit., p. 35 ; Williams, septembre 2006, op. cit, p. 21.
48. Voir, par exemple, Robert Fisk, « Mystery of Israel's Secret Uranium Bomb », *The Independent*, 28 octobre 2006 ; F. Masella, A. Saso et M. Torrealta, « Kham Southern Lebanon: A Bomb's Anatomy », *RaiNews 24*, novembre 2006, <www.rainews24.it/ran24/inchieste/09112006_bomba_ing.asp> ; et F. Masella, A. Saso et M. Torrealta, « War Dust Uranium in Beirut », *RaiNews24*, janvier 2007, <www.rainews24.it/ran24/inchieste/18012007_polvere_eng.asp>.
49. Dai Williams, septembre 2006, op. cit., p. 19 et 21 à 23.
50. « Italy Wants Answers from NATO on Uranium Arms after Six Balkans Soldiers Die », *Agence France Presse*, 3 janvier 2001 ; Christina Lamb, « The Enemy Within », *Daily Telegraph*, 19 juin 2001.
51. « US Soldier who Died of Iraq 'Mystery' Illness is Buried », *Lake Sun Leader* (Missouri), 21 juillet 2003 ; « 7 More Cases of Mystery Illness US Troops in Baghdad », *Lake Sun Leader* (Missouri), 12 juillet 2003.
52. Royal Society, 2002, op. cit., p. x.
53. « US Targets Taliban Front Line », *The Guardian*, 22 octobre 2001. Pour d'autres effets sur la santé des armes à l'uranium, voir Williams, octobre 2002, op. cit. p. 23 et 24.
54. Ces rapports ne sont plus disponibles sur le site web.
55. Nombre de ces problèmes touchent des enfants, voir le rapport du Monitoring Net of Human Rights in Iraq et du Conservation Center of Environmental and Reserves in Fallujah, *Prohibited Weapons Crisis: The Effects of Pollution on the Public Health in Fallujah*, présenté à la septième session du Conseil des droits de l'homme de l'ONU, mars 2008 ; et « Iraq Deformities », *Journeyman Pictures*, 7 juillet 2008, <www.journeyman.tv/?lid=58969>.
56. Final Report of the Depleted Uranium Oversight Board, février 2007, <www.duob.org> ou <www.mod.uk/defenceinternet/aboutdefence/corporatepublications/healthandsafetypublications/uranium/finalreportofthedepleteduraniumoversightboard.htm>.
57. Département des affaires de désarmement, 2004, *Disarmament And Non-Proliferation Regimes*, DDA Occasional Papers, n° 8, Genève, Nations Unies, p. 18.

Les risques de contamination à l'uranium appauvri après un conflit : les évaluations du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE)

Mario BURGER

La vérité est peut-être la richesse naturelle la plus menacée en temps de guerre. Telle était la conclusion, en 2000, de la première évaluation post-conflit de l'environnement réalisée par le Programme des Nations Unies pour l'environnement. Des informations exactes et fiables sont essentielles si l'on veut évaluer, dans l'intérêt des populations locales et des travailleurs internationaux dans des situations post-conflit, les risques que représentent, pour la vie et la santé humaine, les conséquences environnementales de la guerre et prendre les mesures adaptées afin de les réduire.

L'uranium appauvri, le principal sous-produit du processus d'enrichissement de l'uranium, est un métal lourd chimiotoxique et radiotoxique. Il est faiblement radioactif, avec 60% de l'activité de l'uranium naturel. Ce métal dense est utilisé dans des munitions pour ses capacités de pénétration et comme matériau de protection pour les véhicules blindés. Les effets de l'uranium appauvri sur la santé dépendent des voies d'exposition, de l'ampleur de l'exposition, ainsi que de caractéristiques comme la forme chimique, la taille et la solubilité des particules. Là où des munitions à l'uranium appauvri ont été utilisées, l'on retrouve des pénétrateurs, des fragments d'armes et des enveloppes de munitions sur le sol ou enfouis à des profondeurs diverses. Les résidus d'uranium appauvri risquent ainsi de contaminer l'air, le sol, l'eau et la végétation.

Pour évaluer et lutter contre cette pollution, le PNUE a effectué des évaluations de l'environnement sur les sites touchés par des armes à l'uranium appauvri dans les Balkans et en Iraq. En plus de ces évaluations, le PNUE a mené une série d'activités de développement des compétences du personnel du Ministère iraquien de l'environnement pour repérer, évaluer et traiter les risques potentiels, immédiats et à long terme de l'uranium appauvri pour l'environnement et la santé des populations.

Dès le début, le PNUE a travaillé, dans ce domaine, en étroite collaboration avec l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS). Conformément à leurs mandats respectifs, l'AIEA a effectué les calculs radiologiques nécessaires pour conclure sur la situation radiologique des zones contaminées par l'uranium appauvri – et discuté avec les organisations partenaires –, quant à l'OMS, elle a effectué les calculs de toxicologie de l'uranium appauvri et, sur la base des conclusions du PNUE, a défini des scénarios et publié des documents sur les aspects sanitaires.

Mario Burger dirige la section Radioactivité du Laboratoire Spiez, un institut gouvernemental du Département fédéral suisse de la défense, de la protection de la population et des sports. S'agissant de l'impact sur l'environnement des armes modernes, et plus particulièrement des munitions à l'uranium appauvri, il est un conseiller précieux pour le service du PNUE chargé de l'évaluation à la suite des conflits et des stratégies de gestion des catastrophes. Les vues exprimées dans cet article n'engagent que l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE).

Le PNUE dans les Balkans

Trois évaluations environnementales des sites touchés par des armes à l'uranium appauvri ont été effectuées dans le cadre des évaluations post-conflit menées par le PNUE dans les Balkans. La première, réalisée en 2000-2001 au Kosovo, a mis à la disposition de tous, pour la première fois, les données concernant la contamination de l'environnement des zones attaquées avec ce type de munitions. Elle fut suivie d'autres études en Serbie et au Monténégro, en 2001-2002 et en Bosnie-Herzégovine, en 2002-2003.

Kosovo, 2000-2001

Les travaux du PNUE sur l'uranium appauvri ont débuté au milieu de l'année 1999, avec une étude documentaire des effets potentiels de l'uranium appauvri qui avait pu être utilisé pendant ce conflit. Ils s'inscrivaient dans le cadre de l'étude générale de l'impact du conflit du Kosovo sur l'environnement et les zones habitées¹.

L'année suivante, l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN) a fourni au PNUE de nouvelles informations concernant l'utilisation d'uranium appauvri lors du conflit du Kosovo, notamment le nombre de munitions utilisées et les coordonnées des zones visées ainsi que des cartes. Connaissant les points d'impact probables des pénétrateurs en uranium appauvri, les inspecteurs peuvent effectuer des évaluations beaucoup plus précises. Le PNUE a pu mener la première évaluation internationale des conséquences pour l'environnement de l'uranium appauvri utilisé dans des situations réelles de conflit.

Une année et demie s'étant écoulée depuis la fin du conflit, l'objectif premier de la mission du PNUE était d'examiner les risques que pouvait représenter la contamination par l'uranium appauvri du sol, de l'eau et des biotes ainsi que les morceaux d'uranium (pénétrateurs intacts ou fragments de ces armes) toujours présents dans l'environnement. La mission devait répondre à des questions clés : quels sont les niveaux actuels de contamination à l'uranium appauvri au Kosovo ? Quels risques chimiques et radiologiques représentent-ils aujourd'hui et pour l'avenir ? Des mesures correctives ou des restrictions s'imposent-elles ? Dans l'affirmative, quelles mesures peut-on raisonnablement envisager ?

Le rapport final, *Depleted Uranium in Kosovo: Post-conflict Environmental Assessment*², publié en mars 2001, concluait que les analyses des échantillons prélevés ne révélaient que de faibles niveaux de radioactivité. Les résultats laissaient à penser qu'il n'y avait pas de raison de s'inquiéter dans l'immédiat s'agissant de la toxicité. Il restait d'importantes incertitudes scientifiques concernant les effets à long terme de l'uranium appauvri sur l'environnement, en particulier s'agissant des eaux souterraines.

Ces incertitudes scientifiques ont conduit le PNUE à recommander la précaution et conseiller que des mesures soient prises pour nettoyer et décontaminer les sites pollués, pour sensibiliser les populations locales et pour mettre en place une surveillance.

SERBIE ET MONTÉNÉGRO, 2001-2002

Pendant le conflit du Kosovo, quelques sites en dehors du Kosovo, en Serbie et au Monténégro, furent également visés par des munitions contenant de l'uranium appauvri. Il était évident que le travail scientifique nécessiterait une deuxième phase après l'évaluation au Kosovo. Elle a commencé en septembre 2001 et s'est terminée en mars 2002 avec la publication du rapport *Depleted Uranium in Serbia and Montenegro: Post-conflict Environmental Assessment in the Federal Republic of Yugoslavia*³.

Le rapport donnait d'autres informations et révélait des découvertes importantes sur le comportement de l'uranium appauvri dans l'environnement. Des experts ont constaté que plus de deux ans après la fin du conflit, des particules de poussière d'uranium appauvri pouvaient être détectées sur les échantillons de sol et sur des bio-indicateurs sensibles comme le lichen. Les taux étant extrêmement faibles, ils n'ont pu être détectés que par des analyses dans des laboratoires de pointe. Les résultats obtenus ont permis au PNUE de confirmer la contamination étendue des sites visés, même si le niveau de radioactivité mesuré n'était pas important.

En outre, pendant cette évaluation, l'équipe du PNUE a utilisé des techniques modernes d'échantillonnage de l'air et détecté des particules d'uranium appauvri en suspension dans l'air sur deux sites. Si tous les niveaux détectés étaient inférieurs aux limites de sécurité internationales, ces informations précieuses vinrent s'ajouter à l'ensemble des connaissances scientifiques concernant le comportement de l'uranium appauvri et eurent une incidence sur les travaux de décontamination et de construction.

Comme pour le Kosovo, le PNUE a recommandé des mesures de précaution, de surveillance et aussi de sensibilisation des populations locales. Les opérations de nettoyage et de décontamination de l'environnement ayant commencé en Serbie et au Monténégro, alors que l'évaluation était en cours, le rapport put inclure des recommandations précises sur ces questions.

BOSNIE-HERZÉGOVINE, 2002-2003

En septembre 2002, le PNUE a évalué les conséquences de l'uranium appauvri utilisé lors de bombardements en Bosnie-Herzégovine au milieu des années 1990. Quinze sites furent retenus pour l'analyse ; cinq d'entre eux étaient des zones dans lesquelles l'OTAN avait déclaré avoir utilisé des munitions à l'uranium appauvri. Les dix autres étaient des zones où les autorités ou les populations locales craignaient que de l'uranium appauvri ait été utilisé. Le rapport final, *Depleted Uranium in Bosnia and Herzegovina: Post-conflict Environmental Assessment*, est paru en mars 2003⁴.

Ce rapport contenait quatre conclusions importantes. Premièrement, les analyses détaillées des échantillons de sol de surface ont révélé de faibles niveaux de contamination localisée du sol. Si la contamination locale du sol pouvait être détectée jusqu'à 200 mètres de la zone d'impact, elle était généralement détectée dans un rayon de 100 mètres.

Deuxièmement, le PNUE avait récupéré des pénétrateurs enfouis près de la surface ; ils avaient perdu environ 25% de leur masse en sept ans. Cette information et les pénétrateurs examinés dans les études précédentes du PNUE permettaient de déterminer qu'un pénétrateur en uranium appauvri pouvait être totalement oxydé en produits de corrosion, comme les carbonates et oxydes d'uranium, dans un délai de 25 à 35 ans après l'impact. Au terme de cette période, l'on ne trouverait plus, dans le sol des Balkans, d'uranium métal appauvri provenant de ces armes.

Troisièmement, la contamination de l'eau de boisson était constatée pour la première fois sur l'un des sites étudiés. Les concentrations étaient très faibles et représentaient des doses de rayonnement insignifiantes pour la santé. Néanmoins, comme le mécanisme de la contamination de l'eau dans un environnement donné n'est pas bien connu, il a été recommandé de poursuivre les mesures pendant plusieurs années ainsi que le prélèvement d'échantillons d'eau et d'utiliser une autre source d'eau lorsque l'eau de boisson contient de l'uranium appauvri.

Enfin, une contamination de l'air à l'uranium appauvri a été constatée sur deux sites ; l'intérieur de deux bâtiments sur des sites différents présentait une contamination de l'air et de la surface. La cause la plus probable était la suspension de particules d'uranium appauvri due au souffle du vent ou aux activités humaine. Les concentrations étaient très faibles et les doses de rayonnement insignifiantes. Des mesures préventives de nettoyage et de décontamination furent néanmoins recommandées pour

Les niveaux de contamination à l'uranium appauvri ne devaient pas être un motif d'inquiétude, mais l'incertitude demeurait s'agissant de l'éventuelle contamination des eaux souterraines.

les bâtiments sur place, car ils étaient utilisés par l'armée et les populations civiles.

Cette étude aboutissait dans l'ensemble à des conclusions correspondant à celles de l'étude menée précédemment par le PNUE dans la région : les niveaux de contamination à l'uranium appauvri ne devaient pas être un motif d'inquiétude, mais l'incertitude demeurait s'agissant de l'éventuelle contamination des eaux souterraines par les produits de corrosion des pénétrateurs.

Le PNUE dans le Golfe persique

Les munitions à l'uranium appauvri furent utilisées pour la première fois en quantités importantes lors de la guerre du Golfe de 1991. Au total, 300 tonnes de munitions contenant de l'uranium appauvri furent utilisées par le Royaume-Uni et les États-Unis au cours de cette guerre. L'uranium appauvri est resté dans l'environnement sous forme de poussières ou de fragments. À ce jour, aucune étude scientifique indépendante n'a évalué en Iraq les conséquences du conflit de 1991. Le PNUE a tout de même participé à une évaluation menée, en janvier 2002, par l'AIEA concernant les effets radiologiques possibles à long terme des résidus d'uranium appauvri dans onze sites au Koweït. Même si les conclusions du rapport publié en 2003 ne sont pas alarmantes, d'autres actions et recherches sont recommandées pour lever les incertitudes concernant l'utilisation et les effets des munitions à l'uranium appauvri dans le pays.

La deuxième guerre du Golfe a éclaté sur le territoire iraquien le 19 mars 2003⁵. Les troupes des États-Unis avec environ 120 000 hommes, celles du Royaume-Uni, 45 000 hommes, et des troupes plus petites de trois autres nations, appelées collectivement les forces de la coalition, furent déployées pour l'opération.

La guerre fut précédée d'attaques aériennes contre des cibles iraqiennes choisies, qui se sont poursuivies après l'invasion terrestre. Plusieurs attaques aériennes furent conduites par des avions A-10 Thunderbolt II, qui utilisaient des munitions à l'uranium appauvri. Les chars américains et britanniques utilisèrent aussi des munitions à l'uranium appauvri lors de plusieurs batailles terrestres, principalement contre des chars iraqiens. Le Ministère de la défense du Royaume-Uni a déclaré que les troupes britanniques avaient utilisé, pendant ce conflit, environ 1,9 tonne de munitions à l'uranium appauvri et il communiqua au PNUE, en juin 2003, les coordonnées des lieux de tir des chars britanniques Challenger 2. Les informations concernant la quantité totale de munitions à l'uranium appauvri utilisées et les coordonnées des lieux de tir des États-Unis n'ont pas encore été communiquées.

ÉVALUER LES CONSÉQUENCES DU CONFLIT SUR L'ENVIRONNEMENT

Le PNUE a surveillé les impacts potentiels sur l'environnement pendant toute la durée du conflit et organisé une série de tables rondes pour partager ses conclusions sur les questions environnementales essentielles et coordonner les activités avec les différents acteurs, notamment les ministères du Gouvernement iraquien.

Suite au conflit, le PNUE a publié en avril 2003 une étude intitulée *Desk Study on the Environment in Iraq*⁶. Le rapport soulignait les problèmes environnementaux de l'Iraq dus à plusieurs années de conflit, le peu d'importance accordée à l'environnement par le régime antérieur et les effets involontaires des sanctions des années 90. En juillet 2003, le Groupe des Nations Unies pour le développement et la Banque mondiale effectuèrent conjointement une évaluation des besoins pour l'Iraq, couvrant 14 secteurs prioritaires et trois thèmes généraux. En tant qu'organisme chef de file

pour l'environnement, le PNUE a contribué à ce rapport sur des questions de fond⁷. Les conclusions de missions réalisées en Iraq au milieu de l'année 2003 furent publiées en octobre de la même année dans un rapport du PNUE concernant l'environnement en Iraq⁸.

L'étude documentaire et le rapport du PNUE ont noté l'intérêt d'une évaluation de l'environnement de sites contaminés choisis afin de déterminer les risques pour la santé des populations et les moyens de subsistance et de prendre des mesures urgentes de réduction des risques.

Début 2004, le PNUE a participé à l'élaboration du plan d'action des Nations Unies pour l'Iraq intitulé *A Strategy for Assistance to Iraq*. Cette stratégie réunit toute une série de programmes hiérarchisés qui examinent les actions humanitaires et celles de reconstruction et de développement que doivent mener les organismes des Nations Unies, leurs partenaires et d'autres acteurs travaillant en étroite collaboration avec les autorités iraqiennes. Présentée lors d'une conférence de donateurs à Abou Dhabi en février 2004, cette stratégie a été utilisée pour assurer un suivi et pour obtenir des engagements financiers⁹.

Le PNUE a organisé plusieurs consultations avec le Ministère iraquien de l'environnement pour déterminer les priorités pour 2004 et 2005. En juillet 2004, le PNUE s'est vu confier un projet pour « le renforcement de la gouvernance environnementale en Iraq, à travers une évaluation de l'environnement et un développement des capacités ». Ce projet était soutenu par le Fonds d'affectation spéciale pour l'Iraq des Nations Unies par le biais de fonds accordés par le Gouvernement japonais. Dans le cadre de ce programme, le PNUE a voulu renforcer les capacités des autorités environnementales iraqiennes pour évaluer et lutter contre les dégâts éventuels de l'utilisation de munitions à l'uranium appauvri pendant la guerre de 2003.

LE DÉVELOPPEMENT DES CAPACITÉS POUR ÉVALUER LES CONSÉQUENCES DE L'URANIUM APPAUVRI EN IRAQ

Les effets éventuels sur la santé des résidus d'uranium appauvri sur le champ de bataille étaient un motif d'inquiétude pour la population iraquienne et dans d'autres régions du monde. En avril 2005, le PNUE a organisé une rencontre à Genève avec l'AIEA et l'OMS pour examiner, coordonner, convenir et planifier un travail de collaboration sur les effets des résidus d'uranium appauvri sur la santé et l'environnement en Iraq. Les trois organisations ont également décidé de travailler avec le Centre de radioprotection iraquien du Ministère de l'environnement sur les questions portant sur l'uranium appauvri.

Les mesures de sécurité en vigueur empêchant les experts internationaux de se rendre en Iraq, le projet s'est concentré sur la formation et le développement des capacités du personnel national à l'extérieur du pays pour qu'il puisse agir sur le terrain dans le pays.

Le projet du PNUE concernant le développement des capacités de l'Iraq sur la question de l'uranium appauvri, présenté dans un rapport publié en août 2007¹⁰, avait cinq objectifs principaux : former des fonctionnaires iraqiens pour qu'ils puissent évaluer, sur le terrain, l'uranium appauvri en utilisant des méthodes admises au niveau international et de l'équipement moderne ; donner aux fonctionnaires formés des informations précises sur les sites à évaluer et sur le type d'échantillons à prélever ; superviser l'évaluation et obtenir les échantillons ; analyser les observations de terrain, contrôler les résultats et les échantillons pour tirer des conclusions sur l'effectivité du développement des capacités ; enfin examiner les résultats et proposer des recommandations au Ministère de l'environnement sur des actions de suivi.

Le PNUE a formé des experts iraqiens du Centre de radioprotection en organisant trois réunions de travail qui couvraient tous les aspects de l'évaluation de l'uranium appauvri dans les zones touchées. La première réunion, qui eut lieu au Laboratoire Spiez en Suisse en mai 2004, portait sur

les inspections environnementales et les analyses de laboratoire ; elle ne traitait pas spécifiquement de l'uranium appauvri. Les experts du PNUE et du Laboratoire Spiez ont formé les participants aux notions essentielles des inspections environnementales, ainsi qu'à la pollution du sol, de l'air et de l'eau, aux produits chimiques dangereux et à la gestion des déchets.

La deuxième réunion – sur les techniques d'enquête sur les sites où de l'uranium appauvri a été utilisé – eut lieu en juin 2005 à Amman (Jordanie). L'objectif était de fournir une formation, de l'équipement et une assistance technique à des experts irakiens choisis. Onze experts du Centre de radioprotection du Ministère irakien de l'environnement et quatre du Ministère de la santé ont bénéficié d'une formation technique de base. Ils ont appris à utiliser des instruments qui furent ensuite remis au chef de la délégation et de l'équipement qui leur sera fourni dans un avenir proche. L'équipement a été choisi selon des critères de durabilité, de portabilité et de pertinence pour le cadre d'utilisation en Iraq.

La troisième réunion de travail, organisée à Genève en août 2005, portait sur les techniques d'enquête dans les zones urbaines. La session pratique couvrait presque toutes les techniques de mesure utiles dans les zones urbaines. Elle comportait aussi une formation poussée sur les techniques d'échantillonnage, de nettoyage et les mesures de décontamination sur une petite échelle. Les activités pratiques consistaient à simuler de façon réaliste les conditions d'un site touché par des armes à l'uranium appauvri. Les experts du PNUE firent la démonstration des techniques de mesure et de nettoyage. Elles furent ensuite essayées par chacun des participants. Les techniques et stratégies d'échantillonnage furent également abordées.

L'évaluation de l'uranium appauvri par des experts locaux

Le personnel national ainsi formé a prélevé des échantillons dans des sites précis lors des campagnes d'échantillonnage menées dans le sud de l'Iraq en 2006 et 2007. Ces campagnes faisaient partie du module final du processus de développement des capacités. Le personnel irakien du Centre de radioprotection a utilisé la documentation spécialisée préparée par le PNUE connue sous le nom de *Local Expert DU Site Assessment Packages I and II*. Au total, 520 échantillons de sol, d'eau ou de végétation ont été réunis ainsi que des prélèvements par frottis dans quatre zones du sud de l'Iraq, As Samawah, An Nasiriyah, Al Basrah, and Az Zubayr, comme indiqué sur la carte ci-dessous.

En raison des infrastructures analytiques limitées dont peut disposer le Centre de radioprotection irakien et pour garantir une meilleure fiabilité scientifique, les échantillons prélevés furent envoyés au PNUE, à Genève, pour que le Laboratoire Spiez analyse leur teneur en différents isotopes d'uranium (uranium 238, uranium 236, uranium 235 et uranium 234) avec la spectrométrie de masse à plasma inductif.

Différentes voies d'exposition furent envisagées dans l'évaluation des doses de rayonnement : inhalation de sol contaminé par l'uranium appauvri qui s'est retrouvé en suspension sous l'action du vent ou suite à l'activité humaine ; inhalation de poussière d'uranium appauvri à l'intérieur de véhicules militaires frappés par des munitions à l'uranium appauvri ; ingestion de sol contaminé par l'uranium appauvri ; ingestion de légumes ou d'eau de boisson contaminés par l'uranium appauvri ; contact direct avec des fragments d'uranium appauvri ou des pénétrateurs en uranium appauvri ; et ingestion de poussière de surfaces planes contaminée par l'uranium appauvri (métal, béton, murs). Un autre risque a été pris en compte, celui de l'inhalation de poussière d'uranium appauvri lors de la mise hors service des véhicules militaires frappés par des munitions à l'uranium appauvri et lors de la refonte de déchets métalliques.

Le PNUE et l'AIEA ont partagé les résultats radioanalytiques pour évaluer les doses de rayonnement et les risques auxquels les populations irakiennes vivant dans les quatre zones étudiées pourraient

Carte 1. Sites où la contamination à l'uranium appauvri a été testée en 2006-2007



Source : D'après la carte n° 3835, Rév. 4, janvier 2004, Section de la cartographie de l'ONU.

être exposées. Les doses de rayonnement furent calculées en tant que doses équivalentes engagées correspondant à l'incorporation d'uranium pendant une année. Les estimations étaient calculées de manière prudente ; sur toutes les données communiquées par le Laboratoire Spiez, les calculs ne se fondaient généralement que sur celles indiquant les contaminations les plus fortes à l'uranium

appauvri et sur des données correspondant, dans la plupart des cas, à une incorporation (généralement exagérément) élevée d'uranium appauvri.

Sur la base des mesures effectuées et des doses engagées calculées, il a été conclu que les résidus d'uranium appauvri dans l'environnement ne constituaient pas un danger radiologique pour les populations des quatre zones étudiées à condition de prendre des mesures minimales de précaution comme ne pas entrer dans les véhicules frappés par des munitions à l'uranium appauvri, ne pas rester longtemps près d'objets touchés par de l'uranium appauvri, ne pas ramasser de pénétrateurs ou d'éclats d'armes pouvant contenir des traces d'uranium appauvri et ne pas recycler ni retraiter les objets touchés par l'uranium appauvri. Avec ces mesures de précaution, les doses annuelles de rayonnement liées à l'exposition à l'uranium appauvri seraient faibles (moins de $90\mu\text{Sv}$), inférieures aux doses annuelles auxquelles la population iraquienne est exposée du fait des sources naturelles de rayonnement dans l'environnement et par conséquent pas vraiment inquiétantes sur le plan radiologique. Les doses étaient aussi très inférieures au niveau d'action de 10mSv indiqué par la Commission internationale de protection radiologique comme critère pour déterminer si des mesures correctives s'imposent.

Il convient de souligner que, d'un point de vue purement scientifique, ces conclusions ne peuvent s'appliquer à d'autres zones d'Iraq où des munitions à l'uranium appauvri ont été utilisées car elles sont étroitement liées à plusieurs facteurs comme la quantité de munitions à l'uranium appauvri employées, les conditions géographiques et météorologiques, l'utilisation et les caractéristiques des terres, les habitudes des populations sans parler des limites propres à toute évaluation de la présence dans l'environnement de résidus d'uranium appauvri provenant de munitions, qui se trouvent rarement à plus de quelques mètres de la source d'uranium appauvri. Les conclusions ne seraient probablement pas très différentes dans d'autres zones d'Iraq où l'uranium appauvri a été utilisé.

Concernant la manipulation de pénétrateurs en uranium appauvri et de fragments de telles armes, il a été conclu que la dose reçue ne serait importante que si une personne était en contact avec ces objets pendant une période considérable. Il existe un risque radiologique plus important là où se trouvent des véhicules frappés par des munitions à l'uranium appauvri dans lesquels des personnes entrent. Les parcs à ferraille utilisés pour stocker l'équipement militaire détruit et où semblaient se dérouler les opérations de récupération de la ferraille étaient particulièrement préoccupants. Faute de résultats de recherche pertinents, il était difficile d'évaluer les doses auxquelles peuvent être exposés les ouvriers qui s'occupent de la refonte de la ferraille contaminée par l'uranium appauvri.

Recommandations finales

Sur la base des conclusions du travail d'évaluation présenté ci-dessus, plusieurs recommandations précises furent définies pour s'assurer que des mesures seraient prises pour réduire les risques liés à l'utilisation de munitions à l'uranium appauvri lors du conflit en Iraq. Elles sont valables pour toute zone ayant pu être contaminée par de l'uranium appauvri. Le PNUE recommande les mesures suivantes pour les zones où des munitions à l'uranium appauvri ont été utilisées :

- une campagne pour informer les gens, en particulier les enfants, de l'importance d'éviter tout contact avec le matériel de guerre ;
- des mesures pour empêcher quiconque d'entrer dans les véhicules militaires frappés par des munitions à l'uranium appauvri ;
- ne pas chercher à récupérer, ni à refondre la ferraille des équipements militaires contaminés ;
- trouver des zones sûres pour stocker le matériel contaminé par l'uranium appauvri ;

- évaluer la présence possible d'uranium appauvri dans tout équipement de guerre et lorsqu'elle se confirme, transporter l'équipement en question dans un lieu sûr ;
- réserver l'accès à ces lieux sûrs ainsi qu'à tous les parcs à ferraille où se trouvent des équipements de guerre contaminés ;
- ne pas décontaminer l'équipement contaminé à cause des risques de rayonnement et des problèmes de gestion que représenteraient les déchets radioactifs ainsi générés ;
- le matériel contaminé est évacué sans autre opération ; il doit être correctement enterré (cette option est la plus coûteuse) ;
- le personnel autorisé élimine les résidus d'uranium appauvri (pénétrateurs en uranium appauvri, fragments et produits de corrosion) des zones concernées en respectant les méthodes de stockage adaptées ;
- et les résidents locaux et les travailleurs sont informés des risques possibles que représentent les restes des armes à l'uranium appauvri. Il leur est, en outre, conseillé, en cas d'extrême nécessité (par exemple, si le personnel autorisé n'est pas disponible), de limiter les manipulations et de porter des gants de protection.

Le PNUE espère que les connaissances réunies depuis 1999 au cours des évaluations qu'il a menées et de ses activités de développement des capacités aideront les pays à lutter contre les risques potentiels de la contamination de l'air, des sols, de l'eau et de la végétation liée à l'utilisation d'uranium appauvri en périodes de conflit. Le PNUE est toujours prêt à fournir son assistance à ceux qui la lui demanderaient.

Notes

1. Équipe spéciale pour les Balkans PNUE/ CNUEH (Habitat), 1999, *The Kosovo Conflict: Consequences for the Environment and Human Settlements*, Genève, PNUE et Centre des Nations Unies pour les établissements humains (CNUEH), <postconflict.unep.ch/publications/finalreport.pdf>.
2. PNUE, 2001, *Depleted Uranium in Kosovo: Post-conflict Environmental Assessment*, Genève, <postconflict.unep.ch/publications/uranium.pdf>.
3. PNUE, 2002, *Depleted Uranium in Serbia and Montenegro: Post-conflict Environmental Assessment in the Federal Republic of Yugoslavia*, Genève, <postconflict.unep.ch/publications/duserbiamont.pdf>.
4. PNUE, 2003, *Depleted Uranium in Bosnia and Herzegovina: Post-conflict Environmental Assessment*, Genève, <postconflict.unep.ch/publications/BiH_DU_report.pdf>.
5. Certains parlent de troisième guerre du Golfe.
6. PNUE, 2003, *Desk Study on the Environment in Iraq*, Genève, <postconflict.unep.ch/publications/Iraq_DS.pdf>.
7. Nations Unies et Banque mondiale, 2003, *United Nations/World Bank Joint Iraq Needs Assessment*, <siteresources.worldbank.org/IRFFI/Resources/Joint+Needs+Assessment.pdf>.
8. PNUE, 2003, *Environment in Iraq: UNEP Progress Report*, Genève, <postconflict.unep.ch/publications/Iraq_PR.pdf>.
9. Nations Unies, 2004, *A Strategy for Assistance to Iraq: A Work-in-progress Document*, présenté lors de la rencontre « International Reconstruction Fund Facility for Iraq » organisée à Abou Dhabi, le 28 février 2004, <siteresources.worldbank.org/IRFFI/Resources/UN_Strategic_Plan_Draft4.doc>.
10. PNUE, 2007, *Technical Report on Capacity-building for the Assessment of Depleted Uranium in Iraq*, Genève, <postconflict.unep.ch/publications/Iraq_DU.pdf>.

LE POINT SUR UN PROJET DE RECHERCHE

Appliquer le Programme d'action des Nations Unies sur les armes légères : Analyse des rapports nationaux soumis par les États entre 2002 et 2008

Dans le cadre du projet sur le Développement de capacités pour établir des rapports sur l'application du Programme d'action sur les armes légères, mené conjointement avec le Programme des Nations Unies pour le développement, le Bureau des affaires de désarmement et Small Arms Survey, l'UNIDIR a présenté un rapport préliminaire à la Réunion biennale des États chargée d'examiner l'application du Programme d'action analysant tous les rapports nationaux soumis depuis l'adoption du Programme d'action en vue de prévenir, combattre et éliminer le commerce illicite des armes légères sous tous ses aspects, couvrant la période de 2002 à 2008.

À la différence des précédentes réunions biennales des États qui examinaient la mise en œuvre du Programme d'action aux niveaux national, régional et mondial, la troisième réunion biennale s'est concentrée sur des questions identifiées lors de consultations avec les États et la société civile : le courtage illicite d'armes légères, la gestion des stocks, la destruction des surplus d'armes et l'Instrument international visant à permettre aux États de procéder à l'identification et au traçage rapides et fiables des armes légères (Instrument international sur le traçage des armes légères). La réunion a aussi abordé les questions d'assistance et coopération internationales et de développement des capacités nationales.

Cette étude de l'UNIDIR sur le Programme d'action analyse la mise en œuvre nationale des engagements pris sur ces thèmes centraux dans le cadre du Programme d'action en se fondant sur les rapports communiqués par les États au Bureau des affaires de désarmement des Nations Unies. Il ressort de l'étude des rapports nationaux que les États font des efforts importants pour respecter les engagements contractés en vertu du Programme d'action et pour enrayer le commerce illicite d'armes légères.

Ce rapport est le troisième d'une série d'analyses des rapports nationaux (après ceux de 2004 et 2006). Le rapport préliminaire est disponible sur le site de l'Institut, <www.unidir.org>. Le rapport final, qui sera publié avant la fin de l'année 2008, tiendra compte des réactions reçues sur le rapport préliminaire et des informations actualisées de la réunion biennale des États. L'objectif est d'accroître les rapports communiqués par les États afin d'avoir une meilleure idée des progrès réalisés pour mettre

Dans cette rubrique, nous mettons en avant une nouvelle publication de l'UNIDIR et une activité pour en présenter la méthodologie, les dernières avancées ou les résultats. N'oubliez pas que sur notre site web, vous trouverez une description des activités de l'Institut, avec les coordonnées des personnes responsables, et pourrez télécharger ou commander nos publications (www.unidir.org).

en œuvre le Programme d'action et d'améliorer ainsi l'assistance et la coopération internationales pour aider les États à respecter les engagements contractés en vertu du Programme d'action et de s'assurer que les efforts mondiaux de mise en œuvre du Programme d'action sont coordonnés et durables.

Pour plus d'informations, veuillez vous adresser à :

Kerstin Vignard

Tél. : +41 (0)22 917 15 82

Fax : +41 (0)22 917 01 76

E-mail : kvignard@unog.ch

NOUVELLE PUBLICATION

Implementing Resolution 1540: The Role of Regional Organizations

La pertinence et le rôle précieux que jouent les organisations régionales et sous-régionales sont de plus en plus reconnus depuis quelques années surtout en ce qui concerne les questions de paix et de sécurité. C'est notamment le cas avec la résolution 1540 du Conseil de sécurité de l'ONU. Cette résolution est l'une des mesures prises pour lutter contre les menaces que représentent l'accès et l'emploi d'armes de destruction massive, de matières connexes ou de vecteurs. Elle diverge sur plusieurs plans des régimes de maîtrise des armements et de non-prolifération basés sur des traités comme celui sur la non-prolifération des armes nucléaires : elle couvre toutes les armes de destruction massive et ne concerne pas uniquement les États ; et elle évoque explicitement le risque que représentent les acteurs non étatiques. Comme elle est adoptée en vertu du Chapitre VII de la Charte des Nations Unies, la résolution s'impose à tous les États Membres de l'ONU ; elle va ainsi au-delà des conventions actuelles de lutte anti-terrorisme qui imposent collectivement des obligations similaires mais moins exhaustives.

Le Conseil de sécurité reconnaît le rôle important que jouent les organisations régionales et sous-régionales dans les actions de maintien de la paix, de consolidation de la paix et de lutte contre le terrorisme et les armes illicites. Si la mise en œuvre de contrôles nationaux relève de la responsabilité des États, les priorités devraient être fixées par les gouvernements nationaux avec les organisations régionales. Il peut être plus facile de définir des priorités et de traiter des contrôles nationaux dans des instances régionales plutôt que bilatérales ou universelles.

Cet ouvrage étudie les expériences d'organisations régionales en Afrique, en Amérique latine, en Asie du Sud-Est et dans les îles du Pacifique. Il tente de voir ce que ces organisations peuvent faire pour encourager et aider leurs membres à prendre en main les problèmes que représentent les armes de destruction massive et les acteurs non étatiques.

Implementing Resolution 1540: The Role of Regional Organizations

Lawrence Scheinman (sous la direction de)

UNIDIR, 2008

176 pages

N° de vente G.V.E.08.0.1

ISBN 9789-92-9045-190-7

Disponible uniquement en anglais

US\$25 (plus frais de traitement et d'expédition)